

**Wasser- und Elektrolytbilanz sowie
Kreatininausscheidung im 24-Stunden-Urin des Gesunden
während einer saccharosereichen oder
maltosereichen Formeldiät**

Alfred Kunz

1976

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität München

Vorstand: Professor Dr.med. N. Zöllner

Wasser- und Elektrolytbilanz sowie Kreatininausscheidung
im 24-Stunden-Urin des Gesunden während einer saccharose-
reichen oder maltosereichen Formeldiät

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnmedizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von

Alfred K u n z

aus

Bernau/Chiemsee

1976

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität
München

Berichterstatter: Priv.Doiz. Dr.med. G.Wolfram

Mitberichterstatter: Prof. Dr.med. N.Zöllner

Dekan: Prof.Dr.med. W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 6.7.1976



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

2. Methodik

a) Versuchspersonen

b) Formeldiät

c) Bestimmungsmethoden

3. Versuchsergebnisse

4. Diskussion

5. Zusammenfassung

6. Literaturverzeichnis

1. Einleitung

Bilanzversuche am Menschen sind ein wertvolles Instrument bei der Lösung vieler ernährungsphysiologischer Fragen. Sie werden in den letzten 10 Jahren in der klinischen Ernährungsforschung immer häufiger angewendet.

Bilanzuntersuchungen stellen eine genaue Messung aller Substanzen dar, die in den Körper eintreten und ihn verlassen. Jede Bilanz wird ermittelt als Differenz der analytisch festgestellten Nährstoffaufnahme und der Ausscheidungsprodukte (22). VOIT und PETTENKOFER (40) haben den Bilanzversuch sowohl für die Verfolgung der einzelnen chemischen Elemente als auch für die dabei umgesetzte Energie eingeführt. Mit der Technik und Organisation der Stoffwechselbilanzen und den einzelnen Problemen von Bilanzversuchen haben sich unter anderen KRAUT und SZAKAL (23) sowie KOFRANYI und JEKAT (22) eingehend beschäftigt. Untersucht wurden vor allem Wasser, Elektrolyte, Stickstoff und Kalorien. Der Wasserhaushalt ist mit dem Elektrolythaushalt funktionell eng verknüpft, da das chemisch nicht gebundene Wasser eine isotone Lösung mit relativ konstantem Gehalt an Elektrolyten und organischen Stoffen darstellt (31).

Die Deckung des Mineralstoffbedarfs stellt eine Voraussetzung einer vollwertigen Ernährung dar. Unter normalen Ernährungsbedingungen ist beim Menschen ein Elektrolytmangel nicht zu befürchten (14). Dagegen verursachen länger andauernde starke Durchfälle, große Schweißverluste, Operationen, Verbrennungen, manche Krankheiten innerer Organe, aber auch Mangelzustände Störungen des sich gegenseitig beeinflussenden Flüssigkeits- und Elektrolythaushaltes, was zu großen Komplikationen führen kann. Nur unter derart extremen Bedingungen können die Regulationsmechanismen, die den Mineralbestand des Organismus aufrecht erhalten, durchbrochen werden. Voraussetzung für die Erhaltung der Homöostase ist in jedem Fall eine ausgeglichene Mineralstoffbilanz. Der Elektrolyt- und Wasserbestand bestimmt nicht nur die Ausdehnung und Funktion der Flüssigkeitsräume.

Die Mineralstoffe beeinflussen direkt oder indirekt den gesamten Stoffwechsel, vor allem die Energieproduktion und die Enzymaktivität sowie das neuromuskuläre Geschehen (1). Die Kationen Na^+ , K^+ und Ca^{++} gelangen als Salze anorganischer oder organischer Säuren in die Nahrung. Im Körper finden sie sich später in Salzverbindungen wieder.

Natrium ist in seiner wesentlichen Funktion der Hauptträger des osmotischen Gleichgewichtes in der extrazellulären Flüssigkeit. Veränderungen der extrazellulären Na-Konzentration bedingen parallel verlaufende Wasserverschiebungen, die auch die intrazellulären osmotischen Verhältnisse stark beeinflussen können (10). Durch salzarme Ernährung allein läßt sich beim Erwachsenen kein hochgradiger Salzangel hervorrufen. Erst durch Kombination von salzarmen Ernährung mit der Erschließung abnormer Wege der Salzausscheidung (Schwitzen, Entziehen von Magensaft, Durchfall) lassen sich ernste Salzangelzustände erzeugen (26, 32). Wachsende Organismen sind gegen Salzangel besonders empfindlich und reagieren auf ihn mit sofortiger Einstellung des Wachstums (35). H. GLATZEL (15) sieht die Bedeutung des Kochsalzes für die Ernährung neben seiner Wirkung auf den osmotischen Druck und das Säure-Basen-Gleichgewicht in der günstigen Beeinflussung des Kohlenhydrathaushalts durch Aktivierung der Amylasen und des Insulins.

Kalium ist das Hauptkation des intrazellulären Raumes. Ähnlich wie das Natrium im extrazellulären Raum spielt das Kalium eine wesentliche Rolle in der Regulation des intrazellulären Volumens. Durch aktiven Transport von Kalium in die Zelle hinein vermag die Zelle selbst ihr Volumen zu regeln. Die Bedeutung des Kaliums beruht in erster Linie auf der Beeinflussung der neuromuskulären Erregbarkeit und in der Mitwirkung bei der Kohlenhydrat- und Eiweißsynthese. Abweichungen des Kaliumhaushaltes, gleich nach welcher Richtung, bedrohen das Leben des Menschen (37).

Neuerdings werden öfter Bedenken hinsichtlich einer ausreichenden Calciumzufuhr durch die moderne Ernährung geäußert (28). Häufig ist in den zivilisierten Ländern der Calciumbedarf durch

die Nahrung nicht immer gedeckt. Calcium spielt jedoch beim Aufbau des menschlichen Organismus eine sehr wichtige Rolle. Die Bedeutung des Calciums in unserer Nahrung zeigt sich deutlich, wenn man erfährt, daß an manchen Orten 65% der Schwangeren eine latente Tetanie haben (28). Die Mineralisation des wachsenden Dentins der Zähne steht in direkter Abhängigkeit zum Blutcalciumgehalt. Fehlernährung mit Mineralstoffen zur Zeit der Zahnbildung schafft eine Prädisposition für Karies. Eine bezüglich ihrer Menge nur kleine, aber in ihrer physiologischen Bedeutung sehr wichtige Calciumfraktion liegt im Serum vor. Sie wird innerhalb enger Grenzen konstant gehalten. Eine ungenügende Zufuhr von Calcium mit der Nahrung ist von schwerwiegenden Folgen begleitet. Die Wirkungen hochgradigen Calciummangels haben BOELTER und GREENBERG (20) studiert. Wachsende Tiere nehmen nicht mehr an Gewicht zu und fressen weniger. Nach zwei Monaten werden sie auffallend träge und reagieren kaum mehr auf Reize. Über 99% des Calciumbestandes des Organismus liegen im Skelett fest. Daher ist verständlich, daß die Feststellung der Höhe des Calciumbedarfs des Menschen schwierig ist; die Existenz eines so großen Depots macht es nämlich nahezu unmöglich, den Calciumbedarf aus Bilanzversuchen zu berechnen (25). Einwandfrei angestellte Bilanzversuche haben zwar eine Fülle wertvoller Informationen über den Calcium-Stoffwechsel geliefert; es war aber z.B. lange Zeit nicht zu klären, ob eine positive Calciumbilanz durch eine Erhöhung der Resorption bei normalem, erniedrigtem oder gesteigertem Einbau in die Knochen zustandekam oder nur infolge einer Herabsetzung der Abbauprozesse. Derartige Vorgänge lassen sich nur durch Versuche mit markierten Verbindungen gewinnen (33).

In unserem Versuch wurde der Einfluß von kohlehydratreicher Formeldiät und von Formeldiät mit "normaler" Zusammensetzung auf die Elektrolytbilanz und auf den Wasserhaushalt untersucht. Weiterhin sollte festgestellt werden, ob sich dabei ein Unterschied durch Maltose oder Saccharose ergibt. Darüber hinaus sollte dieser Versuch noch Aufschluß bringen, ob die

Kreatininausscheidung im 24-Stunden-Urin so konstant ist, daß man sie als Parameter für die Vollständigkeit des 24-Stunden-Urins verwenden kann.

2. Methodik

a) Versuchspersonen

An diesem 36 Tage dauernden Ernährungsversuch nahmen zwei Studentinnen (Nr.1, 2) und vier Studenten (Nr.3, 4, 5, 6) im Alter von 23 - 24 Jahren teil. Alle Versuchspersonen waren klinisch und anamnestisch gesund, von normalem Gewicht und normaler Größe. Die genauen Werte der einzelnen Versuchspersonen sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

Dem Formeldiätversuch voraus ging eine Periode von neun Tagen, während der die Versuchspersonen Normalkost zu sich nahmen. In dieser Zeit wurde über die Menge und die Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung genau Buch geführt, so daß der durchschnittliche Kalorienbedarf und die Prozentanteile von Kohlenhydrat, Eiweiß und Fett genau ermittelt werden konnten. Dabei ergab sich für die Versuchspersonen 1 und 2 ein täglicher Kalorienverbrauch von etwa 2500 Cal, für die Versuchspersonen 3, 4, 5 etwa 3000 Cal und für die Versuchsperson 6 ein Verbrauch von etwa 3500 Cal.

b) Formeldiät

Der Ernährungsversuch mit Formeldiät gliederte sich in vier Perioden zu je neun Tagen. Die Zusammensetzung der Formeldiät der ersten Periode, die der Umstellung von Normalkost auf Formeldiät diente, und die der dritten Periode, in der sich der Organismus wieder auf die Ausgangssituation des Formeldiätversuches einstellen sollte, wies keinerlei Unterschiede auf und entsprach in ihren Nährstoffen annähernd der Nahrung vor dem Versuch. Die Formeldiät beinhaltete in diesen beiden Versuchsabschnitten 37,2% der Energie in Form von Fett und 44,4% in Form von Kohlenhydraten (siehe Tabelle 2).

In der zweiten Periode wurde der Fettanteil auf 6,3% gesenkt, der Kohlenhydratanteil dagegen, der in Form von Saccharose (gewöhnlicher Rohrzucker) gegeben wurde, erhöhte sich von 44,4% auf 79,1% (siehe Tabelle 3).

Die Formeldiät des letzten Versuchsabschnittes enthielt wieder 6,3% der gesamten Energie als Fett und einen Kohlenhydratanteil von 78,6% in Form von krist. Maltose (siehe Tabelle 4). Der Eiweißanteil wurde während aller vier Perioden mit 14,3% konstant gehalten.

Der Bedarf an Vitaminen und Spurenelementen wurde durch die tägliche Einnahme von einer Kapsel "Supradyn" (La Roche) gedeckt. Der Formeldiät waren jeweils 5 g NaCl/die und 2 g KCl/die beigemischt.

Neben dieser genau berechneten Nahrung durfte während des Diätversuchs noch in beliebiger aber genau gemessener Menge Leitungswasser, Mineralwasser sowie ungesüßter oder mit Süßstoff versetzter Kaffee oder Tee aufgenommen werden. Als Geschmackskorrigentien für die Formeldiät waren Kaffeepulver, Zimt, Zitronensaft oder Vanille erlaubt.

c) Bestimmungsmethoden

Alle Versuchspersonen sammelten während der gesamten Dauer des Diätversuches den 24-Stunden-Urin (10^{00} - 10^{00}), wobei der Morgenurin jeweils dem Harn des Vortages zugerechnet wurde. Der Urin wurde in Glasgefäßen unter Zugabe von etwas Toluol aufbewahrt.

Die Ausscheidungsmenge von Kreatinin im 24-Stunden-Urin wurde nach POPPER, MANDEL und MAYER (30) bestimmt. Das Kreatinin im Urin wurde entweder noch am gleichen Tag gemessen oder es wurde, da Kreatinin im tiefgefrorenen Urin über mehrere Monate beständig bleibt (41), eine Probe im Tiefkühlschrank aufbewahrt und erst am nächsten Tag analysiert.

Substanzen wie Zucker, Eiweiß, Schwefelwasserstoff, Azeton und Acetessigsäure müssen vorher entfernt werden, da die Jaffe'sche Reaktion nicht absolut spezifisch ist. In alkalischer Lösung ergibt Kreatinin mit Pikrinsäure einen Farbkomplex, dessen Extinktion im Photometer gemessen wird. Zunächst verdünnt man den Harn im Verhältnis 1:100 und pipettiert dann 1 ml der Harnlösung in ein Reagenzglas. Dazu gibt man 1 ml einer 1,2%-igen Pikrinsäure und 0,5 ml einer 10%-igen Natronlauge. Dann fügt man 2,5 ml aqua dest. hinzu und läßt das Reagenzglas nach kräftigem Umrühren und Schütteln zwölf Minuten bei Zimmertemperatur stehen. Parallel dazu setzt man einen Blindwert an, der statt verdünnter Harnlösung 1 ml aqua dest. enthält. Die Extinktion der Lösung wird bei 20 mm Schichtdicke und einem Lichtfilter von 546 nm gegen den Blindwert am Photometer Eppendorf abgelesen.

Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel:

$$\begin{aligned} & (\text{Extinktion gegen H}_2\text{O} - \text{Blindwertext. gegen H}_2\text{O}) \times \text{Verdünnungs-} \\ & \qquad \qquad \qquad \text{faktor 18,9} \\ & = \text{Kreatinin im Urin } [\text{mg}/100 \text{ ml}] \end{aligned}$$

Die quantitative Bestimmung von Natrium, Kalium und Calcium im Urin wurde mit dem Autoanalyser vorgenommen. Die Urinproben wurden im Tiefkühlschrank aufbewahrt. Da sich nach dem Auftauen ein Niederschlag (Urate, Oxalate) zeigte, der sich auch durch Erhitzen nicht auflöste, wurde der Urin zuerst neutralisiert. 1 ml des aufgetauten Harns wurde mit aqua dest. auf 10 ml aufgefüllt. Durch Zugabe von 0,5 ml 0,5%igem Lithiumcarbonat bekam der Urin einen pH-Wert von 6,5 - 7. Diese Lösung wurde erwärmt, filtriert und durch den Autoanalyser geschickt.

Die Untersuchung des frischen Urins auf Höhe des pH-Wertes, Blut, Glukose, Eiweiß und Aceton erfolgte durch "Combi-Uristix"-Teststäbchen der Firma Merck (Darmstadt).

Zur Ermittlung der Pufferkapazität (18) wurden die im Harn enthaltenen sauren Valenzen mit 0,1 N Natronlauge titriert. Als Neutralpunkt wurde ein dem Blut-pH etwa entsprechender pH-Wert von 7,4 gewählt, da das Glomerulumfiltrat die gleiche Wasserstoff-Ionenkonzentration wie das Plasma aufweist.

Benötigt werden zwei gleichgroße Glaszylinder. In das Analyseglas wird 10,0 ml Harn gegeben, in das zweite Glas 10,0 ml Phosphatpuffer (Merck). Zur Analyse wird nun soviel aqua dest. gegeben, bis die Harnfarbe weitgehend aufgehoben ist. Das gleiche Volumen aqua dest. wird auch dem Vergleichsglas mit dem Phosphatpuffer zugefügt. In beide Gläser kommt nun 2 ml einer Phenolrotlösung. Das Analyseglas wird dann mit 0,1 N Natronlauge bis zur Farbgleichheit mit dem Vergleichsglas titriert. Die titrierbare Azidität errechnet sich nach der Formel:

Titrierbare Azidität = $X \cdot 10 \cdot V$ (mval/24 Std.Harn)

(X = verbrauchte ml 0,1 N NaOH

V = Volumen des 24 Std.Harns in Litern)

3. Versuchsergebnisse:

Bei allen sechs Versuchspersonen konnte eine gute Verträglichkeit der Formeldiät festgestellt werden. Es ergab sich kein Anhalt für eine Leistungsminderung irgendeiner Art oder gar für eine Krankheit. Bei allen Versuchspersonen trat während des Formeldiätversuches ein Gewichtsverlust im Mittel um 3,6 kg ein, wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist. Dies entspricht einem Gewichtsverlust von ca. 80 g pro Tag. Die Forderung nach einem konstanten Gewicht während des gesamten Formeldiätversuchs konnte also nicht ganz erfüllt werden. Aufgrund der großen Hitze, die während des Versuchs herrschte, sonderten die Versuchspersonen sehr viel Schweiß ab; außerdem konnte an einigen Tagen in der dritten Periode nicht die vorgeschriebene Menge der Kost gegessen werden, da sie infolge der Hitze unbehaglich geworden war.

Im Urin zeigte sich im Verlauf des Versuchs weder eine Veränderung in der Farbe noch in der Trübung. Klammert man bei der Betrachtung der Wasseraufnahmen VP 3 aus, die während der Normalkost extrem viel Flüssigkeit zu sich nahm, so ergibt sich von Periode zu Periode ein geringer, kontinuierlicher Rückgang. Betrug die durchschnittliche Wasseraufnahme je VP während der Normalkost 1750 ml pro Tag, so erreichte sie am Ende des Diätversuches nur noch 1560 ml pro Tag. Lediglich VP 2 nahm während der Vorperiode bedeutend weniger Wasser zu sich (1075 ml/die) als während der Formeldiät.

Die durchschnittliche Wasserabgabe durch den Urin verringerte sich dementsprechend ebenfalls von 1130 ml in der Normalkostperiode auf 1000 ml in der 1. Formeldiätperiode. Diese Abnahme setzte sich in der Saccharoseperiode und in der zweiten Dextrosinperiode bis auf einen Wert von 710 ml fort. Erst in der letzten Periode (Maltose) stieg die Urinmenge wieder auf durchschnittlich 850 ml pro Tag. Am deutlichsten spiegelt sich diese Tendenz in den Einzelwerten von VP 6 wieder, die aus Abbildung 7 ersichtlich sind.

Für die Wasserbilanz ist aber nicht nur die Urinmenge von Bedeutung, sondern ebenso die Verluste an Körperwasser durch den Schweiß, durch die Atemluft und durch den Stuhl.

Wie aus Abbildung 1 entnommen werden kann, nimmt dieser obligatorische Wasserverlust in der Zeit der Formeldiät gegenüber der Normalkostperiode zu. Während der Normalkost betrug der Anteil des obligatorischen Wasserverlustes durchschnittlich 35,4%. Die Durchschnittswerte stiegen während der 1. Dextrosinperiode auf 40,1%, in der Saccharoseperiode auf 44,7% bis auf 55% in der zweiten Dextrosinperiode. In der letzten Periode sanken sie wieder auf 45,5%. Die genauen Werte für die Flüssigkeitsaufnahme und die Menge des 24-Stunden-Urins der einzelnen Versuchspersonen sind in den Abbildungen 2 - 7 graphisch dargestellt.

Die Ausscheidungsmenge von Kreatinin im 24-Stunden-Urin reichte bei den Versuchspersonen von 0,88 g/die bis 5,27 g/die. Die genauen Zahlen sind aus der Tabelle 5 ersichtlich. In den einzelnen Versuchsperioden war die Kreatininausscheidung nicht konstant, sondern wies große Schwankungen auf. Den niedrigsten Schwankungskoeffizienten (Ks) hatte VP 5 in der 5.Periode mit 5,51%, den höchsten VP 6 in der 4.Periode mit 25,42%.

Im Lauf des Formeldiätversuches pendelten sich die Ausscheidungsmengen bei den einzelnen Versuchspersonen jedoch immer mehr auf einen bestimmten Wert ein. In der 1.Periode (Normalkost) betrug der Ks im Durchschnitt 13,2%, in der 2.Periode (Dextrosin) stieg er auf 15,42%. Während der sich in der 3.Periode (Saccharose) noch gering bis auf 16,39% vergrößerte, fiel er in der 4.Periode (Dextrosin) auf 10,71%. Das Minimum erreichte der durchschnittliche Ks aller sechs Versuchspersonen in der 5.Periode (Maltose) mit 7,69%. Hier sank auch die Standardabweichung auf den tiefsten Wert mit 0,13 g/die. Weitere Einzelheiten sind in Tabelle 6 dargestellt.

Die Ausscheidungsmenge schwankte aber nicht nur innerhalb der einzelnen Perioden. Stellt man die Gesamtkreatininmenge der einzelnen Perioden nebeneinander, so zeigt sich beim Übergang von der Normalkost zur Formeldiät bei fünf der sechs VP ein deutlicher Rückgang der Kreatininausscheidung. Lediglich bei VP 6 stieg die Kreatininmenge in diesem Zeitraum. Während der vier Formeldiätperioden zeigte sich in der Tendenz ein kontinuierlicher Rückgang des Gesamtkreatinins im 24-Stunden-Urin in den einzelnen Perioden. Sehr deutlich ist dies in Abbildung 8 bei VP 3 zu erkennen. Bei VP 1, 2 und 5 wurde in der 3.Periode ein Anstieg der Ausscheidung festgestellt, bei VP 4 erhöhte sich die Ausscheidung in der letzten Periode wieder in geringem Umfang. Die graphische Darstellung der täglichen Kreatininausscheidung der einzelnen Versuchspersonen während des gesamten Versuches findet sich in den Abbildungen 9 - 14.

Eine genaue Bilanz für Natrium und Kalium ist nur für die vier Perioden der Formeldiät möglich, da die Natrium- und Kaliumaufnahme während der Normalkostperiode nicht zu ermitteln war.

Obleich in der Formeldiät an allen Tagen und bei jeder VP die gleiche Menge Natrium und Kalium enthalten war, schwankten die Werte für die Aufnahme, da die Versuchspersonen ihre Tagesrationen nicht immer vollständig zu sich nahmen.

Die Natriumaufnahme reichte von 45,21 mval bis 91,43 mval. Im Mittel betrug sie 72,27 mval. Die Ausscheidungsmengen von Natrium variierten von 22,0 mval bis 87,83 mval. Während die Durchschnittswerte der ersten und zweiten Periode annähernd gleich sind (42,23 mval und 42,03 mval), schnellte der Mittelwert in der 3. Periode auf 70,82 mval, um dann in der vierten Periode wieder auf 34,52 mval abzufallen.

Die Urinuntersuchungen, die bei vier Versuchspersonen nach Beendigung des Formeldiätversuches vorgenommen wurden, zeigten, daß sich die Werte der Natriumausscheidung schon nach ein bis zwei Tagen wieder auf das Niveau der Normalkostperiode einpendelten.

Die Natriumbilanz war in der ersten Periode bei allen Versuchspersonen positiv, ebenso in der zweiten Periode. In der dritten Periode ergibt das Mittel zwar mit +4,2 mval ebenfalls einen positiven Mittelwert, doch war bei drei Versuchspersonen (1, 3, 5) die Bilanz negativ. Die vierte Periode zeigte wieder durchwegs eine positive Bilanz. Die genauen Werte sind aus den Tabellen 7, 8 und den Abbildungen 15 - 21 ersichtlich.

Die Kaliumaufnahme schwankte ebenfalls je nach der Menge der verzehrten Formeldiät. Die Werte lagen zwischen 14,36 mval und 26,64 mval. Die durchschnittliche Kaliumaufnahme während des gesamten Diätversuches betrug 21,58 mval/die.

Die Ausscheidungsmenge von Kalium reichte von 15,24 mval bis 50,0 mval. Dieser hohe Wert wurde nur einmal von VP 6 erreicht und lag weit über dem Durchschnitt, der 28,86 mval betrug. In der ersten Dextrosinperiode betrug die Abgabe im Mittel 29,46 mval, fiel dann in der Saccharoseperiode auf 26,8 mval und stieg dann auf 27,19 mval in der zweiten Dextrosinperiode, bis auf 31,99 mval in der Maltosephase. Diese Werte lagen alle über der jeweiligen Aufnahmemenge, so daß die Kaliumbilanz folglich negativ war. In den Dextrosinperioden werden im Durchschnitt 5,1 mval bzw. 5,68 mval Kalium mehr ausgeschieden als aufgenommen, in der Saccharoseperiode 8,4 mval und in der Maltoseperiode sogar 9,93 mval Kalium.

Wie schon beim Natrium konnte auch beim Kalium nach Beendigung des Diätversuches ein Ansteigen der Ausscheidung bis annähernd auf die Werte der Normalkostperiode beobachtet werden. Die genauen Werte sind aus den Tabellen 9 und 10 und den Abbildungen 22 - 28 zu ersehen.

Eine genaue Bilanz für den Calciumumsatz aufzustellen ist so gut wie unmöglich, da nur etwa 10% des Calciums mit dem Urin ausgeschieden werden, während der weitaus größere Teil (ca. 90%) mit dem Stuhl den Körper verläßt.

So kann hier nur die Urinausscheidung in den einzelnen Perioden verglichen und der Calciumaufnahme per os gegenübergestellt werden. Die Werte der einzelnen Versuchspersonen können aus der Tabelle 11 ersehen werden. Die Calciumaufnahme schwankte in der Normalkostperiode bei den einzelnen Versuchspersonen zwischen 413,31 mg/die und 883,58 mg/die. Die Calciumausscheidung im Urin erreichte Durchschnittswerte von 47,6 mg/die bis 74,16 mg/die. Während der Formeldiät war die Calciumaufnahme bedeutend geringer, im Durchschnitt 265 mg/die. Dementsprechend sank auch die Calciumausscheidung beim Übergang von der Normalkost zur Formeldiät. Betrug die durchschnittliche Calciumausscheidung aller Versuchspersonen während der Normalkostperiode 40,43 mg/die, so verminderte sie sich in der ersten Dextrosinperiode auf 25,25 mg/die. Vergleicht man die einzelnen Perioden

der Formeldiät miteinander, so treten keine signifikanten Unterschiede auf. In der Saccharoseperiode betrug die Durchschnittsausscheidung 22,88 mg/die, in der zweiten Dextrosinperiode 26,46 mg/die und in der Maltoseperiode 23,44 mg/die. In Tabelle 12 ist die Calciumbilanz der einzelnen Versuchspersonen aufgeführt. Die graphischen Darstellungen finden sich in den Abbildungen 29 - 35.

Von Interesse ist noch die Frage, wieviel Prozent des aufgenommenen Calciums im 24-Stunden-Urin in den einzelnen Phasen der Diät mit dem Urin ausgeschieden wurden. Dabei ergibt sich folgendes Ergebnis:

Normalkost	Dextrosin	Saccharose	Dextrosin	Maltose
9,27 %	9,35 %	8,82 %	9,94 %	8,88 %

Hierbei ist bemerkenswert, daß sowohl während der Saccharose- als auch während der Maltoseperiode prozentual etwas weniger Calcium mit dem Urin ausgeschieden wurde. Die höchsten Ausscheidungsraten von Calcium durch den Urin hatte Versuchsperson 6. Sie schwankten zwischen 10,96% und 14,65%.

Die "titrierbare Azidität" erfaßt die Pufferkapazität des Harns. Sie setzt sich aus den an Puffer gebundenen H-Ionen und den frei ausgeschiedenen H-Ionen zusammen. Diese freien H-Ionen entsprechen dem Harn p_H , der bei gelegentlich durchgeführten Stichproben schwach sauer war (5,5 - 6,5). Die titrierbare Azidität wurde vom Anfang der Saccharoseperiode an bis zum Ende des Diätversuches gemessen. In der Saccharoseperiode schwankten die Werte um die Marke von 46 mval, erreichten aber auch Spitzenwerte von 48,15 mval. In der zweiten Dextrosinperiode pendelten sich die Werte dann bei etwa 44 mval ein. In der letzten Periode hatte die H-Ionenkonzentration eine etwas größere Streuung als in den vorhergehenden Phasen, aber wieder mit einer deutlich fallenden Tendenz auf einen Mittelwert von etwa 42,7 mval.

Bei zwei Versuchspersonen (3, 6) konnte in der Saccharoseperiode für jeweils kurze Zeit Glucose im Urin festgestellt werden. Dieser Befund dürfte aber auf die rasche Aufnahme der Formeldiät zurückzuführen sein, da beide VP angaben, die für sie unangenehm süße Formeldiät teilweise in großen, nicht über den ganzen Tag verteilten Portionen sehr schnell gegessen zu haben.

4. Diskussion

Die Kenntnis des Volumens der Wasseraufnahme und der Wasserabgabe sind nur eine annähernd gültige Richtschnur. Die genaue Ermittlung der Aufnahme stellt kein Problem dar, da Wasser gut gemessen werden kann. Der Zuwachs an Oxidationswasser, das im Körper bei der Oxidation der Nahrungsstoffe oder, bei mangelnder Nahrungsaufnahme, bei der Oxidation von Körperfett und Protein gebildet wird, sind aber nicht bekannt. Bei der Bestimmung der Abgabe wird die Bilanzierung weiter schwierig. Die Schweißabgabe läßt sich zwar messen, doch ist die Methode sehr umständlich und klinisch nicht anwendbar. Okkulte Verluste von Wasser durch die Haut und die Atemfeuchtigkeit sind im Einzelfall kaum zu bestimmen und betragen nach BLAND (5) etwa 900 ml. Für den Wasserverlust durch den Stuhl gibt er einen Wert von etwa 200 ml/die an. Geht man also davon aus, daß etwa 55% des aufgenommenen Wassers im Urin ausgeschieden wird, und 45% als obligatorischer Wasserverlust anzusehen sind, so liegen unsere Werte durchaus in diesem Bereich. Die Zunahme des obligatorischen Wasserverlustes während des Versuches ist vorwiegend auf die unter der Formeldiät herrschende Hitze während des Monats Juli und die damit gestiegene Schweißabsonderung zurückzuführen. Besonders deutlich ist dies in der zweiten Dextrosinperiode zu sehen, während der die Außentemperaturen am höchsten stiegen.

Obwohl der 24-Stunden-Urin sorgfältig gesammelt wurde, traten bei dem Diätversuch überraschend große Schwankungen in der Kreatininausscheidung sowohl innerhalb der einzelnen Perioden als auch im gesamten Verlauf des Experimentes auf. Die Kreatininausscheidung im Harn wurde erstmals von FOLIN (12) als ein Index für die vollständige Sammlung des 24-Stunden-Urins vorgeschlagen. EDWARDS et al. (8) kommen dagegen zu dem Ergebnis, daß durch die tägliche große individuelle Unterschiedlichkeit in der Kreatininausscheidung diese Bestimmung kein zuverlässiger Index für die Vollständigkeit der Sammlung des 24-Stunden-Urins ist. Auch einige andere Autoren berichten von großen Unterschieden in der Kreatininausscheidung (3, 21). Bei den Untersuchungen von BLEILER und SCHEDL (6) betrug der Schwankungskoeffizient 4,2 - 7,9%. EDWARDS et al. (8) ermittelten Werte bis zu 22,3%.

Im Laufe des Formeldiätversuches wurden die Schwankungen innerhalb der einzelnen Perioden immer geringer. Betrug der Schwankungskoeffizient aller VP in der ersten Formeldiätperiode noch 15,42%, so erreichte er in der letzten Periode nur noch eine Höhe von 7,69%. Den größten Wert erreichte VP 6 während der Normalkostperiode mit 27,74%. Fehler bei der Analyse scheiden aus, da bei Stichproben die Abweichungen unter 4% lagen. Auch eine Änderung in der Eiweißzufuhr kommt als Erklärung hierfür nicht in Betracht, weil der Proteinanteil (14%) während des gesamten Diätversuches konstant war. Die unterschiedlichen Ausscheidungen sind nur erklärbar durch eine nicht konstante Umwandlung von Kreatin in Kreatinin oder durch schwankende renale Ausscheidungsraten von Kreatinin (8). Der Kreatiningehalt im Urin ist von der Nahrungsaufnahme abhängig. In unserem Versuch ist der Rückgang der Kreatininausscheidung nach der Umstellung der Ernährung von Normalkost auf Formeldiät auf die Verminderung des exogenen Kreatins, in der Hauptsache im Fleisch, zurückzuführen. Mit der Nahrung aufgenommenes Kreatin wird nämlich schnell wieder als Kreatinin über die Nieren ausgeschieden (17). Dieselbe Beobachtung machten

BLEILER und SCHEDL (6) beim Übergang von Fleischnahrung auf Formeldiät und MILLER und BLYTH (27) bei Fastenexperimenten. Auch hier trat jeweils eine Abnahme der Kreatininausscheidung auf. VESTERGAARD und LEVERETT (39) dagegen ermittelten nur eine geringe Abhängigkeit von der Diät. Der ständige Rückgang des Kreatinins während der gesamten Formeldiät, wie er aus Abbildung 8 zu entnehmen ist, kann aber damit nicht erklärt werden. Wenn die Kreatininaufnahme mit der Nahrung vermindert ist, kann Kreatinin im Urin nur vom Kreatinphosphat-Pool stammen (20, 7). Die Kreatinsynthese aber war anscheinend während der Formeldiätperiode nicht ausreichend, um den Kreatinphosphat-Pool auf dem gleichen Stand zu halten wie während der Normalkost (6). Bei drei Versuchspersonen (1, 2, 5) erfolgte in der zweiten Formeldiätperiode eine erhöhte Kreatininausscheidung. Dies dürfte auf größere sportliche Betätigung (Tennis, Bergsteigen) während dieses Zeitraumes zurückzuführen sein (29).

Für die niedrigere Kreatininausscheidung bei VP 6 in der Normalkostperiode könnte der geringe Eiweißanteil in der Nahrung während dieser Zeit verantwortlich sein (11% gegenüber 14% während der gesamten Formeldiät). Ein zusätzlicher Faktor für die stetige Abnahme des Kreatinins im Urin könnte auch die Gewichtsabnahme der Versuchspersonen sein, die von Anfang bis Ende des Versuches durchschnittlich 3,6 kg betrug.

Die Natriumzufuhr war mit 5 g NaCl pro Tag, die 1,967 g Na entsprechen, während der gesamten Formeldiät ausreichend. FLEISCHER und FRÖHLICH (10) gehen als mittlere Tagesmenge für Erwachsene ebenfalls 5 - 6 g NaCl täglich an. GORMICAN et al. (16) führten ihren Versuchspersonen bei einem Diätversuch 2,34 g Na/die zu.

Als Beweis für die genügende Zufuhr von Natrium während unseres Diätversuches kann angeführt werden, daß die Bilanz durchwegs positiv war. Lediglich in der zweiten Dextrosinperiode wiesen drei VP eine negative Bilanz auf. Dies war

aber auch bei dem Diätversuch von GORMICAN trotz höherer Natriumzufuhr der Fall (bei zwei von fünf Versuchspersonen). Zudem herrschte gerade während dieser Periode eine sehr große Hitze, so daß auch mit dem Schweiß größere Natriummengen ausgeschieden wurden. Mangelercheinungen, wie zunehmende Müdigkeit, Schwindelgefühl und derartige Symptome, die STÖHR (36) bei einem Versuch schildert, wo nur 1 g Na/die zugeführt wurde, traten nicht auf.

Bei einem Diätversuch von A.GORMICAN et al. (16) betrug die tägliche Kaliumaufnahme 6,33 g. Selbst bei dieser relativ hohen Kaliumzufuhr trat bei zwei von fünf Versuchspersonen in einer bzw. zwei Wochen eine negative Bilanz auf. Eine andere Quelle (13) nennt als tägliche Kaliumzufuhr eines Erwachsenen 1,95 - 5,85 g. Bei einem Formeldiätversuch von AHRENS (2) betrug die mit der Diät aufgenommene Kaliummenge 2,065 g.

In unserer Formeldiät waren täglich 1,049 g Kalium enthalten. Da aber die Versuchspersonen nicht immer die gesamte Diätmenge aufgegessen haben, lag die wirkliche Kaliumaufnahme noch etwas niedriger.

Die Bilanz war bei unserem Versuch durchwegs negativ. Im Schnitt wurde während des gesamten Formeldiätversuches etwa 7,28 mval Kalium pro Tag mehr ausgeschieden als aufgenommen. Anscheinend war die zugeführte Menge Kalium zu niedrig, um die Bilanz ausgeglichen zu erhalten. Die Kaliumaufnahme lag auch bedeutend niedriger als in den anderen zitierten Diätversuchen. Da KCl aber schlecht schmeckt, ist es problematisch, mehr KCl in die Formeldiät einzubringen.

Obwohl der Körper bei vermindertem Angebot Kalium konservieren müßte, geht die renale Kaliumausscheidung, wenn auch in geringerem Maße, weiter. Erst wenn die Bilanz längere Zeit negativ ist, verringert sich die Kaliumausscheidung im Harn (5). Angesichts einer völlig fehlenden Kaliumaufnahme und einer

ausreichenden Natriumzufuhr kann innerhalb von nur sieben Tagen ein deutlicher Kaliummangelzustand in Erscheinung treten (4). Dies war allerdings bei unserem Versuch nicht der Fall.

Aufgrund der Versuchsanordnung bei unserer Diät ist es nicht möglich, eine genaue Calciumbilanz aufzustellen. Während die Calciumaufnahme ziemlich genau errechnet werden kann, ist es unmöglich, die Calciumabgabe exakt zu ermitteln. Die Ausscheidung erfolgt nämlich auf zwei Wegen: zu etwa 90% über die Verdauungsfermente in den Magen-Darm-Trakt und nur zu etwa 10% über die Niere.

Während der Normalkost betrug die Calciumaufnahme bei den sechs Versuchspersonen im Schnitt 0,62 g/die. Dieser Wert liegt im Bereich der wünschenswerten Ca-Zufuhr pro Tag.

Über den Calciumbedarf des Menschen werden in der Literatur unterschiedliche Werte angegeben. Die Weltgesundheitsorganisation spricht von 0,4 - 0,5 g/die (11), das National Research Council in Washington beziffert die wünschenswerte Ca-Zufuhr auf täglich 0,8 g für Erwachsene und 2,0 g für stillende Mütter. Für Kinder liegen die Werte zwischen 1,0 und 1,2 g. Nach UEHLINGER (38) werden mit der Nahrung ungefähr 0,7 - 1,0 g Calcium täglich aufgenommen. Grundsätzlich kann aber festgestellt werden, daß der Ca-Bedarf umso größer ist, je schneller ein Organismus wächst (33).

Während der Formeldiätperioden war die durchschnittliche Calciumaufnahme der sechs Versuchspersonen bedeutend geringer, nämlich 0,26 g/die. Nach H.KRAUT und H.WECKER (23) beträgt die untere Grenze der Calciumzufuhr, bei der die Bilanz noch ausgeglichen ist, etwa 0,30 - 0,35 g/die. Gleichzeitig bemerken aber beide Autoren, daß sich der Mensch weitgehend an das Calciumangebot in der Nahrung anpassen kann.

Wie eine Reihe von Untersuchungen gezeigt haben (34, 9, 19), wird bei niedriger Calciumzufuhr die Resorption kompensatorisch gesteigert. Wenn wir weiterhin in Betracht ziehen, daß neben den Vitaminen und den meisten Aminosäuren auch Glucose und Fructose die Resorption von Calcium erhöhen (33), können wir durchaus annehmen, daß auch während der Formeldiät die Calciumzufuhr ausreichend war, und eine ausgeglichene Bilanz vorlag.

Unterstrichen wird diese Vermutung, wenn man die prozentualen Ausscheidungsraten an Calcium über die Niere während der einzelnen Formeldiätperioden untereinander und dann gegenüber der Normalkostperiode vergleicht. Es zeigen sich nämlich nur geringfügige Unterschiede sowohl zwischen den Perioden der Formeldiät (8,82 - 9,94%) als auch gegenüber der Normalkostperiode (9,27%). Diese Werte entsprechen den von FLEISCHER und FRÖHLICH (10) angegebenen Zahlen.

5. Zusammenfassung

Bei sechs stoffwechselgesunden Versuchspersonen, zwei weiblichen und vier männlichen, wurden während eines Formeldiätversuches Bilanzen für Wasser und für die Elektrolyte Natrium, Kalium und Calcium aufgestellt. Außerdem wurden die Kreatininausscheidung im 24-Stunden-Urin und die titrierbare Azidität gemessen.

Die Wasserbilanz sowie die Bilanzen von Natrium und Calcium waren ausgeglichen oder positiv, lediglich die Kaliumbilanz wies negative Werte auf.

Die Kreatininausscheidung nahm ebenso wie die titrierbare Azidität während des gesamten Diätversuches langsam ab. Die Menge des in 24 Stunden ausgeschiedenen Kreatinins ist deshalb ein ungeeigneter Parameter für die Vollständigkeit des Sammelurins.

6. Literaturverzeichnis

1. AHNEFELD W. Der Mineralstoffbedarf
Balanced Nutrition and Therapy
International Symposium in Nürnberg
(1970), 37
2. AHRENS E.H. The use of liquid formula diets in
metabolic studies; 15 years'
experiences. Advances in metabolic
disorders; ed. R.Luft und R.Levine,
Academic Press (1970), 297-332
3. AUKER R.M. J.Lab.Clin.Med. (1954), 43, 798
4. BLACK D.A.K. Body Fluid Depletion
Lancet, 1 (1953), 305 - 353
5. BLAND JOHN H. Störungen des Wasser- und Elektrolyt-
haushaltes
(1959), 50, 638
6. BLEILER R. und
SCHEDL H. J.Lab.Clin.Med.
59, 945 - 955
7. BLOCK K. Rate of Formation and Disappearance
SCHOENHEIMER R. of Body Creatine in Normal Animals
RITTERBERG D. J.Biol.Chem. (1941), 138, 155
8. EDWARDS O.M., BAYDISS R., The Lancet, Nov.29 (1969), 1165 ff
MILLER S.
9. ELLIS u. MITCHELL Am.J.Physiol. (1933), 104, 1
10. FLEISCHER W. Elektrolyt-Kompendium, Springer-Verlag,
FRÖHLICH E. (1960), 24 ff
11. FOA/WHO EXPERT GROUP Report on Calcium Requirements
Food Agr.Organ.U.N., FAO Nutr.Studies
(1962), 30

12. FOLIN O. Am.Lour.Physiol.
(1905), 13, 45
13. FOOD AND NUTRITION BOARD Recommandes Dietary Allowances
7 th rev.ed.Nat.Acad., Sci.pub.
No. 1964, (1968)
14. GAUER, KRAMER, JUNG Physiologie des Menschen, Band 8
(1972), 11
15. GLATZEL H. Nahrung und Ernährung; Altbekanntes
und Neuerforschtes vom Essen (1939)
16. GORMICAN A., CATHI E. Mineral Balance in Young Men Fed a
Fortified Milk-Base Formula
Nutrition and Metabolism (1972), 14
17. HAHN A., SCHÄFER L. On the Mutual Transformation of
Creatine and Creatinine
Zeitschr.Biol.80 (1924), 195
18. HENNING N. Klinische Laboratoriumsdiagnostik
3.Auflage, Verlag Urban und Schwarzen-
berg, München-Berlin-Wien (1966), 169
19. HENRY u.KON Am.J.Phys.
(1939), 33, 173; (1947), 41, 169
20. HOBERMANN H.D. Creatine and Creatinine Metabolism
SIMS A.H. and in the Normal Male Adult Studied
PETERS J. with the Aide of Isotropic Nitrogen
J.Biol.Chem. (1948), 172, 45
21. KENNEDY W.P. Arch.Diss.Childh.
(1961), 36, 325
22. KOFRANYI E. und Physiol.Chem.Zeitschrift
JEKAT F. Band 335, (1964), 166 - 173
23. KRAUT H., SZAKAL A. Arbeitsphysiologie (1941), 11, 408

24. KRAUT H. u. WECKER H. Biochem.Zeitschr.
(1943), 315, 329; (1948), 318, 495
25. LANG K., RANKE O.F. Stoffwechsel und Ernährung
(1950), 176
26. MC CANCE R.A. The Lancet
(1936), 643, 704, 765
27. MILLER A.T. and
BLYTH C.S. J.Appl.Physiol.
(1952), 5, 73
28. ORZECOWSKI G. Medizin und Ernährung, 4.Jahrgang,
Nr.6 (1963), 146 ff
29. VAN PILSUM J.F.
SELJESKOG E.L. Proc.Soc.Exp.Biol.Med.
(1958), 97, 270
30. POPPER E., MANDEL
u. MAYER H. Biochemische Zeitschrift
(1937), 291, 354
31. PSCHYREMBEL W. Klinisches Wörterbuch
(1972), 1305
32. ROSEMAN R., GLASS J.
MELLINGHOFF K. Pflügers Arch.
(1911), 142, 208
33. SCHREINER K., Einige neue Gesichtspunkte zum Calcium-
stoffwechsel
Medizin und Ernährung, 4.Jahrg., Nr.2
(1963), 29-53
34. SHERMAN H.C.
BOOHNER J.biol.Chem. (1931), 93
35. SMITH A.H. and
SMITH P.K. J.biol.Chem. (1934), 107
36. STÖHR R. Zeitschr.exper.Med.
(1935), 95, 55
37. TRUNIGER B. Wasser- und Elektrolytfibel
(1969), 25

38. UEHLINGER E. Die Regulation des Calciumstoff-
wechsels und primärer Hyperpara-
thyreoidismus
Münch.med.Wschr.(1964), Nr.106
15, 685
39. VESTERGAARD P. Lab.Clin.Med.
LEVERETT R.J. (1958), 51, 211
40. VOIT C., PETTENKOFER Z.Biol.Nr.7
(1871), 433
41. WHISMAN H. Ann.Chem.(1955), 27, 1861
ECCLESTON B.H.

Anhang:

Tabelle 1

Versuchspersonen	Geschlecht	Alter	Größe cm	Anfangsgewicht kg	Endgewicht kg
I	w	24	166	55,4	51,6
II	w	24	167	53,2	50,1
III	m	23	178	64,8	62,5
IV	m	23	170	67,4	63,6
V	m	23	176	70,6	67,1
VI	m	22	180	73,0	67,8

Tabelle 2

Zusammensetzung der Formeldiäten

1. + 3. Periode:

Nährstoffquelle	g	Nährstoff	g	Cal.	Eiw. %	Fett %	KH %
Hyperprotidine (einheitl. Charge)	114,0	Eiweiß	104,9	430,1	14,3		
Maltodextrin 19	345,0	Kohlen- hydrat	326,0	1336,6			44,4
Butter	75,0	Fett	62,6	582,2		18,3	
Olivöl	57,2	Fett	57,2	532,0		17,7	
Safloröl	14,0	Fett	14,0	130,2		4,3	
				3011,1	14,3	40,3	44,4

Gehalt an:	2500	3000	3500 Kal	in allen Perioden
Na	1,7	2,2	2,6	g/die
K	0,8	1,0	1,2	g/die
Ca	65,2	81,5	97,8	g/die
H ₂ O	800,0	1000,0	1200,0	ml

1. + 3. Periode: Eiweiß: Fett: KH = 14 % : 42 % : 44 %

2. + 4. Periode: Eiweiß: Fett: KH = 14 % : 7 % : 79 %

ges.FS : einfach unges. FS : mehrfach unges. FS = 42% : 46% : 12%
(in allen Perioden)

Tabelle 3

Zusammensetzung der Formeldiät in der 2.Periode:

Nährstoffquelle	g	Nährstoff	g	Cal.	Eiw. %	Fett %	KH %
Hyperprotidine (einheitl.Charge)	114,0	Eiweiß	104,9	430,1	13,9		
Saccharose (Rohrzucker)	598,9	Kohlen- hydrat	597,7	2450,6			79,1
Butter	12,8	Fett	10,6	98,6		3,2	
Olivenerl	9,8	Fett	9,8	91,1		2,9	
Saflorerl	3,0	Fett	3,0	27,9		0,9	
				3098,3	13,9	7,0	79,1

Tabelle 4

Zusammensetzung der Formeldiät in der 4.Periode:

Nährstoffquelle	g	Nährstoff	g	Cal.	Eiw. %	Fett %	KH %
Hyperprotidine (einheitl.Charge)	114,0	Eiweiß	104,9	430,1	14,3		
Maltose krist. (Merck)	587,0	Kohlen- hydrat	575,3	2358,1			78,6
Butter	12,8	Fett	10,6	98,6		3,2	
Olivenerl	9,8	Fett	9,8	91,1		2,9	
Saflorerl	3,0	Fett	3,0	27,9		0,9	
				3006,4	14,3	7,0	78,6

Tabelle 5

Kreatininausscheidung im 24-Stunden-Urin (g/die):

Versuchs- VF tage	1	2	3	4	5	6
1	1,70	1,80	2,41	2,28	2,59	2,81
2	1,86	1,72	2,02	2,68	2,78	4,39
3	1,48	1,39	2,74	1,90	2,23	1,79
4	1,69	1,70	3,15	2,67	2,73	1,93
5	1,94	1,50	2,13	2,08	2,25	2,33
6	1,60	1,70	2,41	2,65	2,68	4,30
7	1,50	1,42	2,02	1,37	2,16	4,21
8	1,91	1,74	2,70	2,12	2,72	3,50
9	1,78	2,06	1,92	2,72	2,65	2,70
10	1,80	1,54	2,02	2,20	2,04	2,41
11	1,80	1,36	2,14	2,02	1,93	2,62
12	1,44	1,42	1,15	2,25	2,20	2,22
13	1,40	1,59	2,12	2,38	2,30	3,02
14	1,44	1,37	1,09	2,31	1,63	5,11
15	1,36	1,14	1,78	1,57	1,84	2,60
16	1,93	1,14	1,73	1,80	1,78	5,27
17	1,72	1,53	1,25	1,73	1,91	2,08
18	0,88	1,18	1,71	1,90	1,87	3,87
19	1,41	1,38	2,29	1,89	1,65	4,39
20	1,30	1,51	1,76	1,70	1,86	2,62
21	1,05	1,09	0,98	1,54	1,63	2,54
22	1,84	2,49	1,24	1,98	2,41	2,41
23	1,51	1,47	1,36	1,84	2,54	2,83
24	1,81	1,29	1,78	1,67	1,97	2,86
25	1,55	1,62	2,09	1,96	2,44	2,74
26	1,13	1,62	1,24	1,90	1,79	1,76
27	2,04	1,93	1,50	1,79	2,88	2,23
28	1,24	1,39	1,12	1,50	1,45	4,11
29	1,24	1,20	0,98	1,36	1,59	2,21
30	1,31	1,22	1,38	1,67	1,78	3,33
31	1,49	1,17	1,35	1,58	1,89	2,00
32	0,95	1,06	1,27	1,25	1,74	1,55
33	1,02	1,02	1,25	1,44	1,72	1,83
34	1,27	1,51	1,49	1,45	1,78	1,74
35	1,15	1,08	1,27	1,66	1,85	2,24
36	1,15	1,08	1,27	1,66	1,85	2,24
37	1,12	1,08	1,33	1,64	1,97	2,37
38	1,25	1,17	1,42	1,53	1,59	1,83
39	1,24	1,01	1,42	1,68	1,80	1,98
40	1,11	1,16	1,17	1,79	1,87	2,24
41	1,27	1,00	1,13	1,84	1,48	2,81
42	1,28	0,98	0,88	1,33	1,86	2,19
43	1,06	1,18	1,31	1,56	1,83	2,42
44	1,39	1,33	1,31	1,75	1,78	2,68
45	1,10	0,98	1,36	1,56	1,67	2,26

Tabelle 6

Durchschnittliche Kreatininausscheidung, Standardabweichung und Schwankungskoeffizient während der 5 Perioden des Diätversuches

$$Ks \text{ (Schwankungskoeff.)} = \frac{\text{Standardabweichung} \times 100}{\text{durchschn. Kreat.-Ausscheid.}}$$

1. Periode (Normalkost)

VP	durchschnittl. Kreat.-Ausscheidung [g/die]	Standard- abweichung [g/die]	Schwankungs- koeffizient [%]
1	1,72	0,14	7,98
2	1,67	0,15	9,10
3	2,50	0,32	12,80
4	2,33	0,30	13,30
5	2,53	0,20	8,30
6	3,10	0,86	27,74

2. Periode (Dextrosin)

1	1,35	0,31	22,80
2	1,41	0,12	8,39
3	1,67	0,34	20,10
4	2,02	0,24	11,88
5	1,94	0,15	7,73
6	3,24	0,70	21,60

3. Periode (Saccharose)

1	1,55	0,27	17,23
2	1,60	0,28	17,50
3	1,58	0,35	22,15
4	1,81	0,12	6,63
5	2,13	0,39	18,31
6	2,78	0,46	16,55

4. Periode (Dextrosin)

1	1,21	0,09	7,77
2	1,19	0,12	10,23
3	1,14	0,09	7,20
4	1,51	0,12	7,95
5	1,76	0,10	5,68
6	2,36	0,60	25,42

5. Periode (Maltose)

1	1,20	0,10	7,92
2	1,10	0,07	6,00
3	1,38	0,13	9,42
4	1,63	0,12	7,36
5	1,76	0,10	5,51
6	2,31	0,23	9,96

Tabelle 7

Natriumausscheidung im 24-Stunden-Urin (mval):

Versuchs- tage	vp	1	2	3	4	5	6
1		112,2	165	209	117	109,6	180
2		134,8	50,4	144	200	133,6	69
3		107,3	56	253,6	157,5	161,2	120
4		209	54,4	217,5	133	208,5	52,5
5		121,8	107	115,8	165	121,0	168
6		276	187	100,5	168	103,8	111
7		89,6	112	110	121	161,4	192
8		101,2	139,4	138	209	94,5	116
9		109	95	178	120	172	42
10		37,5	121	84	110	221	92
11		54	10	43	18	42	22,5
12		11	16,5	25	19	42,4	28,5
13		16,5	11	32,4	36	56	19
14		13	19,4	61,6	21	49,4	13,5
15		39	19,4	61,6	21	49,4	13,5
16		21,5	28,5	34	28	75	78,2
17		30	16,5	49,6	42	65	40,5
18		27	17,4	40,5	30	78	32
19		60,5	39	51,8	54	61,2	46,5
20		26	60,5	61	33	50,4	28
21		39	25,2	43,2	65	42,3	35
22		28	33	14,8	37,5	44	21
23		23,5	49	37,6	32,5	44	52
24		39,6	24	31,5	44	51	39
25		41	49,5	59,4	47	57	73,5
26		16	33	24	36,5	46,5	10
27		24	51	61,5	60	52	60
28		63	62,5	110	75	98	80
29		48	52,5	50	75	112	80
30		90	81,6	49,5	97,5	80	84
31		56	50,6	60	85,5	82,5	48
32		112	77,5	48	48,5	102	26
33		102	75,4	87,5	90	92	7
34		110,5	86,8	68,2	57	80	32,5
35		88	70	104,4	45	81	21
36		79	54	57,2	55	63	32
37		18,9	58	38,5	77	78,4	125
38		16,5	37,5	46	63	52,5	33
39		19,8	46,2	15,3	56	57,6	34,5
40		12	18,5	30,2	50	24,4	16
41		42,4	26,4	45	38	37	29
42		34	49	15,6	39	32,4	52
43		18	16	36	20	43	9,5
44		12	9	28	16	39	11
45		24	17	36	24	28	21
46		80	116		15	16	
47		31,5	40,5		96	200	

Tabelle 8

Natriumbilanz, dargestellt an der täglichen Durchschnittsaufnahme per os und der täglichen Durchschnittsabgabe im 24-Stunden-Urin

Dextrosin				Saccharose			Dextrosin			Maltose		
	Aufnahme $\bar{x}$ (mval/ die)	Abgabe (Urin $\bar{x}$ (mval/ die)	Differenz	Aufn.	Abg.	Diff.	Aufn.	Abg.	Diff.	Aufn.	Abg.	Diff.
VP												
I	63,53	27,78	+ 36,75	48,81	33,11	+ 15,7	66,54	83,22	- 16,68	52,04	22,0	+30,04
II	91,43	29,72	+ 61,71	82,40	40,46	+ 41,94	86,07	67,88	+ 18,19	74,95	30,83	+44,12
III	86,14	44,45	+ 41,69	45,21	42,75	+ 2,46	60,59	70,53	- 9,94	64,26	32,36	+31,92
IV	91,64	39,22	+ 52,42	58,25	45,46	+ 12,79	76,36	69,83	+ 6,77	72,27	42,55	+29,72
V	86,78	75,98	+ 10,8	51,11	49,82	+ 1,29	76,68	87,83	- 11,15	77,65	42,59	+35,06
VI	86,67	42,22	+ 44,45	61,86	40,55	+ 21,31	83,77	45,61	+ 38,16	88,36	36,78	+51,58
$\bar{x}$	84,53	43,22	+ 41,3	57,94	42,03	+ 15,9	75,0	70,82	+ 4,2	71,59	34,52	+37,0

Tabelle 9

Kaliumausscheidung im 24-Stunden-Urin (mval):

		Versuchs- tage	VP 1	2	3	4	5	6
Normalkost	1		29,6	62,5	58,3	55,0	68,5	54,0
	2		24,4	36,7	92,4	88,0	72,0	99,0
	3		8,8	37,0	64,2	32,0	74,4	30,0
	4		46,0	26,0	79,8	55,0	80,6	55,0
	5		50,5	60,0	59,8	45,1	42,0	147,0
	6		86,5	60,5	50,3	54,6	59,4	85,1
	7		50,0	49,6	29,7	76,6	56,0	139,2
	8		67,2	50,0	56,0	53,9	79,8	87,0
	9		13,6	37,0	64,1	54,0	71,5	37,0
Dextrosin	10		38,3	56,1	51,4	73,7	31,2	48,5
	11		38,5	20,0	59,0	53,0	31,4	52,5
	12		29,7	21,5	22,6	47,0	38,2	23,0
	13		28,2	21,3	53,8	31,6	30,8	10,5
	14		22,1	23,4	15,0	34,6	22,8	9,0
	15		33,2	17,7	21,3	15,4	36,0	29,7
	16		23,4	26,0	25,2	25,2	27,0	28,2
	17		14,0	23,1	20,5	23,8	25,0	20,3
	18		17,5	18,3	12,6	24,6	23,4	21,0
Saccharose	19		13,2	18,6	17,0	37,2	29,5	74,4
	20		9,1	22,0	17,3	24,2	25,2	39,2
	21		13,0	16,8	18,7	20,0	24,0	40,0
	22		15,0	21,8	14,8	18,8	37,2	38,7
	23		22,5	17,2	12,4	22,5	40,4	58,5
	24		10,0	15,3	20,0	16,5	37,0	52,0
	25		20,0	28,6	27,5	22,5	30,0	64,0
	26		9,2	31,7	23,6	23,2	26,5	42,0
	27		25,2	30,5	25,0	18,0	28,5	41,0
Dextrosin	28		24,3	50,7	15,0	19,5	33,6	48,0
	29		28,8	21,5	15,0	23,6	26,6	58,0
	30		20,0	20,4	26,0	21,0	39,0	43,2
	31		25,2	26,2	34,2	35,0	43,0	34,4
	32		33,6	18,4	34,2	25,5	25,0	15,6
	33		33,6	19,2	30,0	30,0	25,0	14,7
	34		23,4	27,2	34,7	40,0	23,0	30,6
	35		15,5	19,6	14,8	20,0	21,6	16,8
	36		16,4	17,5	25,1	27,5	21,7	36,0
Maltose	37		26,5	29,9	26,5	44,0	41,5	27,0
	38		19,8	35,8	24,0	28,8	28,0	19,8
	39		15,7	28,4	19,0	46,2	36,0	62,5
	40		25,6	31,3	15,1	57,0	42,7	14,4
	41		30,2	26,4	16,5	30,5	30,5	15,0
	42		23,0	34,8	28,8	38,0	24,3	27,3
	43		28,4	27,2	21,2	35,0	44,0	64,6
	44		35,4	32,4	22,0	42,8	37,3	67,1
	45		33,0	31,2	26,5	36,5	41,0	56,5
	46		56,8	84,0		80,0	97,6	
	47		53,6	59,0		46,8	52,0	

Tabelle 10

Kaliumbilanz, dargestellt an der täglichen Durchschnittsaufnahme per os und der täglichen Durchschnittsabgabe im 24-Stunden-Urin

Dextrosin			Saccharose			Dextrosin			Maltose			
	Aufnahme $\bar{x}$ (mval/ die)	Abgabe (Urin) $\bar{x}$ (mval/ die)	Differenz	Aufn.	Abg.	Diff.	Aufn.	Abg.	Diff.	Aufn.	Abg.	Diff.
VP												
I	18,80	27,2	- 8,4	15,47	15,24	+ 0,23	19,38	24,54	- 5,16	16,34	26,40	-10,06
II	26,64	25,27	+ 1,37	26,12	22,50	+ 3,62	25,07	24,55	+ 0,52	23,54	30,82	- 7,28
III	24,75	31,26	- 6,52	14,36	19,57	- 5,21	17,40	25,44	- 8,04	20,19	22,18	- 1,99
IV	26,31	36,54	- 10,23	18,51	22,54	- 4,03	21,73	26,90	- 5,17	22,71	39,86	-17,15
V	24,92	29,53	- 4,61	16,23	30,92	-14,69	21,76	28,72	- 6,96	24,39	33,36	- 8,97
VI	24,78	27,0	- 2,22	19,65	50,00	-30,35	23,74	33,0	- 9,26	25,23	39,33	-14,1
$\bar{x}$	24,37	29,46	- 5,10	18,39	26,80	- 8,40	21,51	27,19	- 5,68	22,04	31,19	- 9,12

Tabelle 11

Calciumausscheidung im 24-Stunden-Urin (mg/die):

Versuchs- tage	VP	1	2	3	4	5	6
1		82,82	58,69	48,9	63,21	45,21	70,28
2		39,45	44,68	47,5	44,16	51,44	69,7
3		26,3	46,25	114,5	52,44	52,4	39,7
4		71,7	47,77	13,7	59,37	46,29	50,3
5		93,0	55,34	56,28	89,70	57,15	58,23
6		112,3	59,43	79,6	92,39	34,57	50,9
7		47,2	59,47	73,3	87,40	50,90	84,9
8		116,92	61,0	51,12	77,1	41,58	59,8
9		35,83	54,93	63,2	51,7	47,96	34,6
10		16,5	22,3	24,15	20,9	19,5	36,6
11		26,18	19,0	21,5	27,9	31,76	48,75
12		19,8	16,4	15,4	28,0	38,2	25,9
13		21,0	21,0	17,6	24,0	25,2	27,3
14		19,5	16,35	15,6	23,2	23,75	34,2
15		35,1	17,02	17,9	28,9	30,4	48,6
16		35,1	22,0	22,2	23,8	28,9	44,8
17		23,0	17,6	15,6	28,2	25,9	33,75
18		19,6	15,7	19,8	30,6	27,04	49,6
19		19,8	16,2	9,62	23,2	31,72	43,4
20		11,05	17,1	12,75	19,25	30,24	32,0
21		18,83	14,3	11,5	20,4	28,33	33,25
22		15,2	13,6	15,6	22,2	26,4	32,0
23		15,76	18,9	23,56	25,25	32,0	36,4
24		8,64	16,8	13,9	23,75	27,9	33,8
25		20,4	19,25	18,7	27,7	23,6	32,55
26		15,6	13,2	14,8	30,0	25,75	31,2
27		18,0	16,34	20,1	22,0	24,7	31,0
28		14,4	14,4	15,0	22,75	26,8	46,4
29		19,2	18,0	18,0	19,5	32,2	55,0
30		29,5	20,4	19,6	21,75	28,4	57,6
31		31,64	15,18	14,4	22,3	29,25	40,8
32		30,8	16,6	26,12	22,5	29,75	38,6
33		23,4	19,14	25,0	27,0	26,6	35,7
34		25,0	21,3	24,2	21,35	29,0	49,4
35		20,5	18,3	17,28	22,5	24,3	37,8
36		22,2	16,1	24,64	27,5	25,1	55,2
37		25,8	19,1	24,1	28,1	31,44	45,9
38		20,35	16,8	16,8	23,4	29,75	31,9
39		16,17	20,5	11,22	27,3	24,16	36,8
40		14,4	20,24	10,57	29,0	33,0	23,2
41		19,1	22,0	13,5	25,6	25,8	27,5
42		23,5	14,7	8,84	24,5	30,4	36,4
43		18,0	14,4	13,2	19,0	34,0	42,72
44		12,6	15,3	7,6	25,52	24,6	48,4
45		17,2	17,2	11,8	23,6	27,2	44,6

Tabelle 12

Calciumbilanz, dargestellt an der täglichen Durchschnittsaufnahme per os und der täglichen Durchschnittsabgabe im 24-Stunden-Urin

VP	Normalkost		Dextrosin		Saccharose		Dextrosin		Maltose	
	Aufn. $\bar{x}$ Ca(mg/ die)	Abgabe $\bar{x}$	Aufn. $\bar{x}$	Abg. $\bar{x}$	Aufn. $\bar{x}$	Abg. $\bar{x}$	Aufn. $\bar{x}$	Abg. $\bar{x}$	Aufn. $\bar{x}$	Abg. $\bar{x}$
I	632,03	69,5	211,23	24,0	220,45	15,92	218,61	24,06	212,05	18,55
II	413,31	54,14	250,49	18,6	262,23	16,19	254,61	17,7	255,76	17,8
III	883,58	60,9	272,06	18,86	242,91	15,5	261,41	20,3	268,19	13,0
IV	788,93	74,16	279,89	26,16	272,68	23,75	281,95	23,0	276,1	25,0
V	476,35	47,6	276,8	27,85	260,63	32,0	271,4	28,5	275,51	28,8
VI	528,52	57,6	329,27	36,0	297,4	33,9	308,44	45,2	295,2	37,5

Tabelle 13

a) Wasseraufnahme (ml); b) Urinvolumen (ml):

Vers. Tage	a VP 1	b VP 1	a VP 2	b VP 2	a VP 3	b VP 3	a VP 4	b VP 4	a VP 5	b VP 5	a VP 6	b VP 6
1	1500	1020	1425	750	4100	1100	2080	900	2000	1370	2250	1500
2	900	870	1250	720	2100	1200	1720	1000	1830	1670	3120	2300
3	1230	730	875	700	4550	3240	1890	750	1540	1240	1600	1200
4	1450	1130	770	580	3110	1450	1040	950	2180	1390	1780	750
5	1440	870	800	630	1300	965	2100	1100	2060	1540	3040	1400
6	1230	920	1150	1100	3370	3350	1920	1400	1920	1730	5180	1850
7	1640	1280	1250	800	2200	1100	1200	1100	2620	1940	3080	2400
8	1340	920	700	820	5600	2800	1750	1100	1600	1050	2300	1450
9	1360	850	1450	950	4800	2900	2500	1200	1400	1080	2100	1050
10	740	750	1190	1100	2050	1050	1300	1100	1320	1300	1800	1250
11	1100	770	1610	1000	1850	860	1850	900	2125	1930	2000	1250
12	1010	550	1290	825	1405	950	1600	1000	1560	1060	2800	1440
13	1020	550	1380	840	1980	960	1800	1200	1575	1400	2800	2100
14	950	650	1305	545	1510	500	1825	1650	1590	950	3000	1850
15	1180	650	1330	460	1355	560	2025	700	1850	1160	2170	1350
16	880	650	1320	500	1740	700	1650	700	1850	1150	2600	1700
17	1180	500	1600	550	2070	550	2150	700	1770	960	2550	1350
18	970	450	1470	870	1570	450	2350	600	1700	710	2500	1600
19	870	550	1310	600	1120	740	1875	600	1325	920	2260	1550
20	1340	650	1550	1100	1510	750	1500	550	2750	2520	2520	1600
21	1440	870	1625	840	1530	720	1650	770	1700	1410	2060	1750
22	1280	450	1730	950	1940	740	2050	750	1515	1100	1720	1100
23	1005	450	1830	700	1440	760	1550	750	1720	700	1850	1300
24	990	480	1640	600	1020	450	1400	550	1290	900	2400	1300
25	1110	510	1315	550	1620	900	1430	450	1400	1010	2100	1080
26	820	400	1500	660	1020	400	1350	500	1650	1410	2150	1000
27	940	600	1620	860	1020	410	2010	500	1650	1300	2000	1000
28	700	450	1270	780	1320	500	1390	750	1400	1400	2400	1600
29	1090	400	1300	500	1540	450	1570	900	1850	1450	2000	1000
30	990	500	1360	680	1520	590	1330	750	1400	810	2000	1200
31	1040	560	1750	460	1870	600	1550	950	1850	750	1900	800
32	1200	700	1620	430	1710	600	1650	750	1550	750	2200	1300
33	840	600	1470	580	1570	625	1800	600	1200	740	2700	750
34	1300	650	1570	620	1790	620	2240	950	1375	1000	2400	650
35	1140	620	2140	700	465	360	2290	800	1265	900	1900	700
36	1060	410	1550	460	1590	440	1650	1100	1450	700	1600	800
37	990	630	1465	830	1525	550	1680	1100	1900	1120	2000	1350
38	1325	550	1620	1150	1620	500	1900	900	2200	1750	2100	1100
39	1100	490	1400	660	1620	510	1800	700	1600	720	2000	1150
40	1070	400	1610	920	2360	1510	1820	1000	1550	1220	1900	800
41	920	530	1660	880	2980	1500	1480	900	1450	700	2100	1250
42	1500	560	1490	700	1370	520	1610	550	1800	1520	2700	1300
43	940	400	1590	800	1140	400	1500	950	1600	1000	2000	950
44	940	600	1510	900	1140	400	1820	650	1250	960	1500	1100
45	750	360	1500	700	800	380	1070	650	900	670	1900	800

Abbildung 1 : Durchschnittlicher Wasserverlust
aller Versuchspersonen

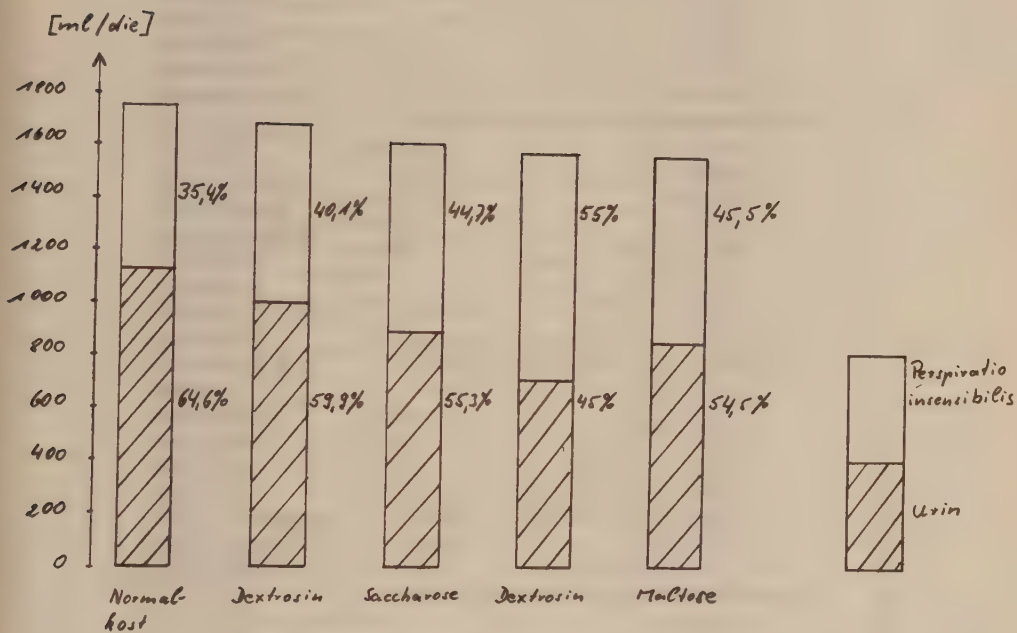


Abbildung 2: Wasserbilanz bei VP I

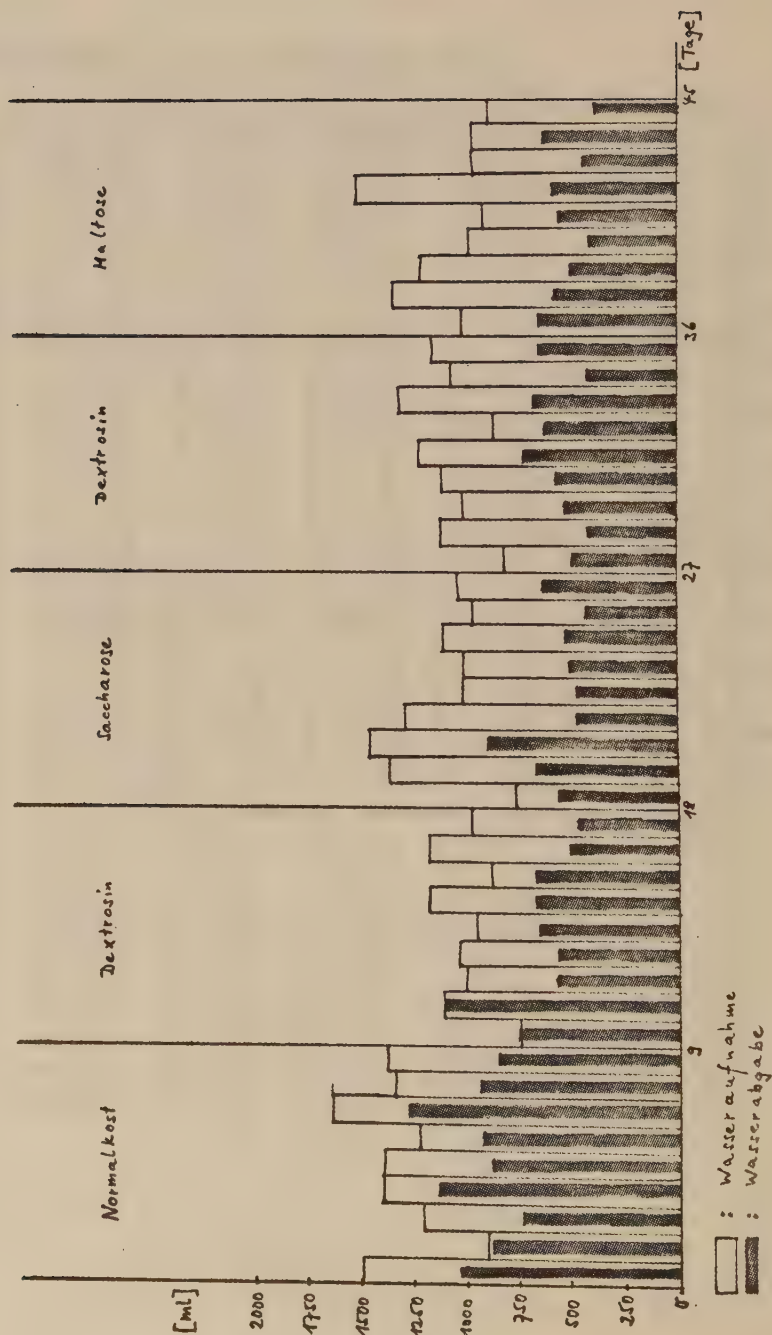
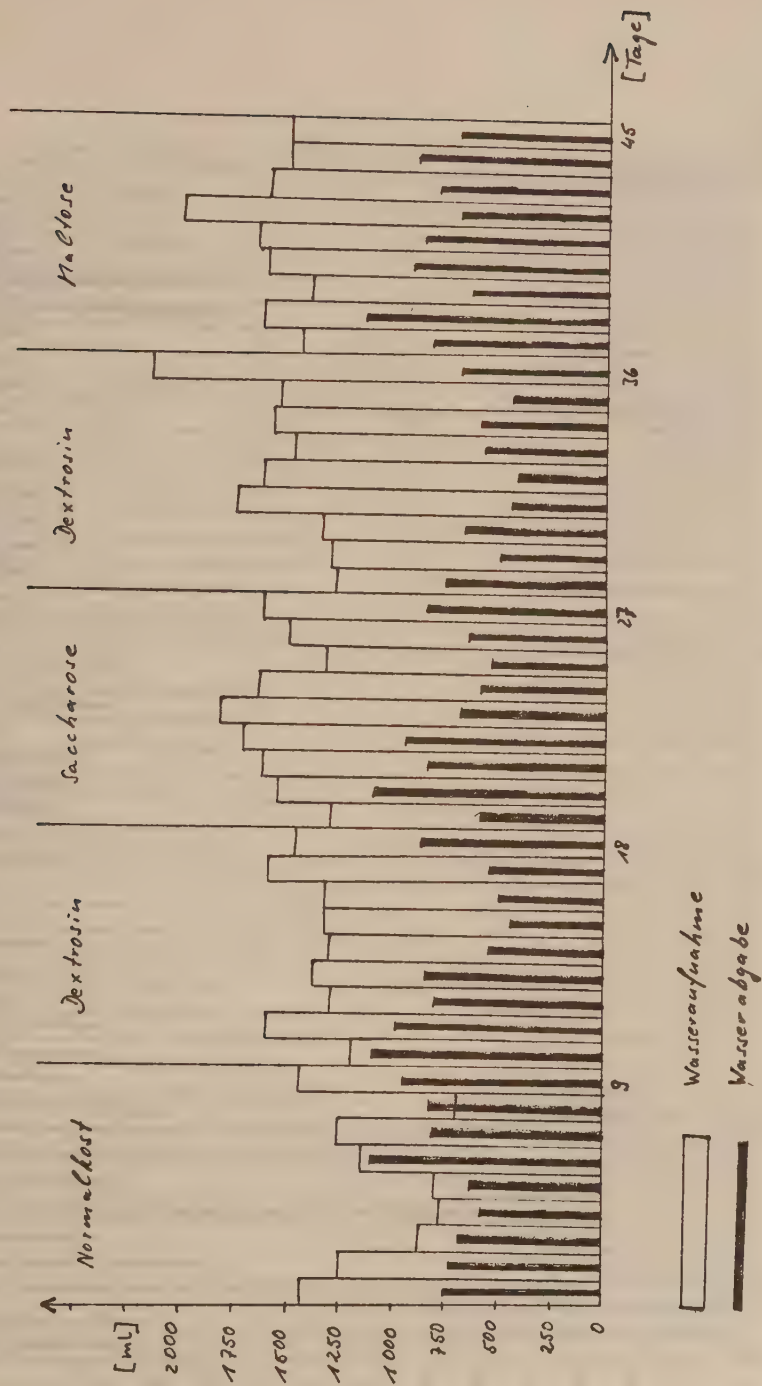


Abbildung 3: Wasserbilanz bei VP II



[ml]

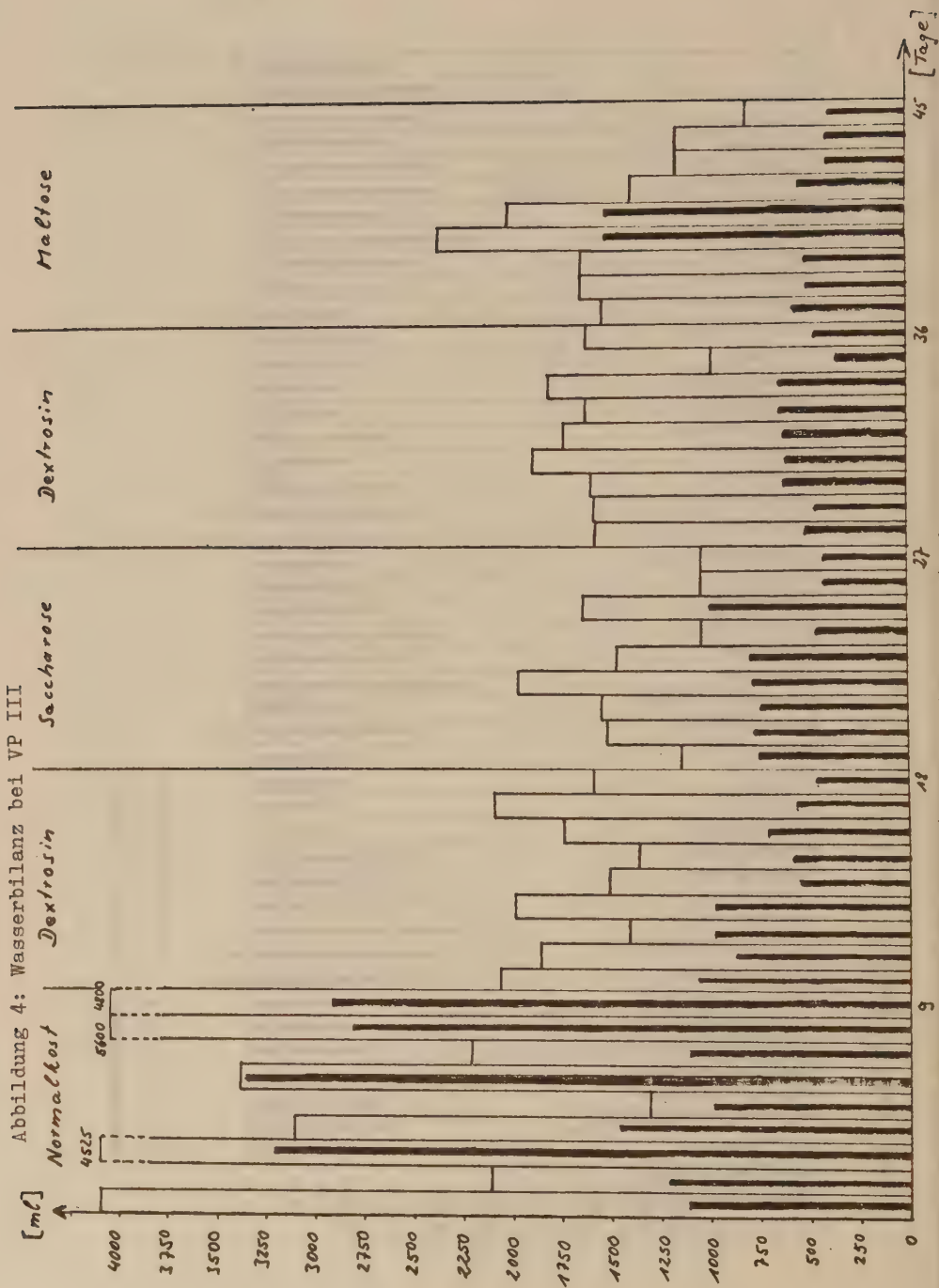


Abbildung 5: Wasserbilanz bei VP IV

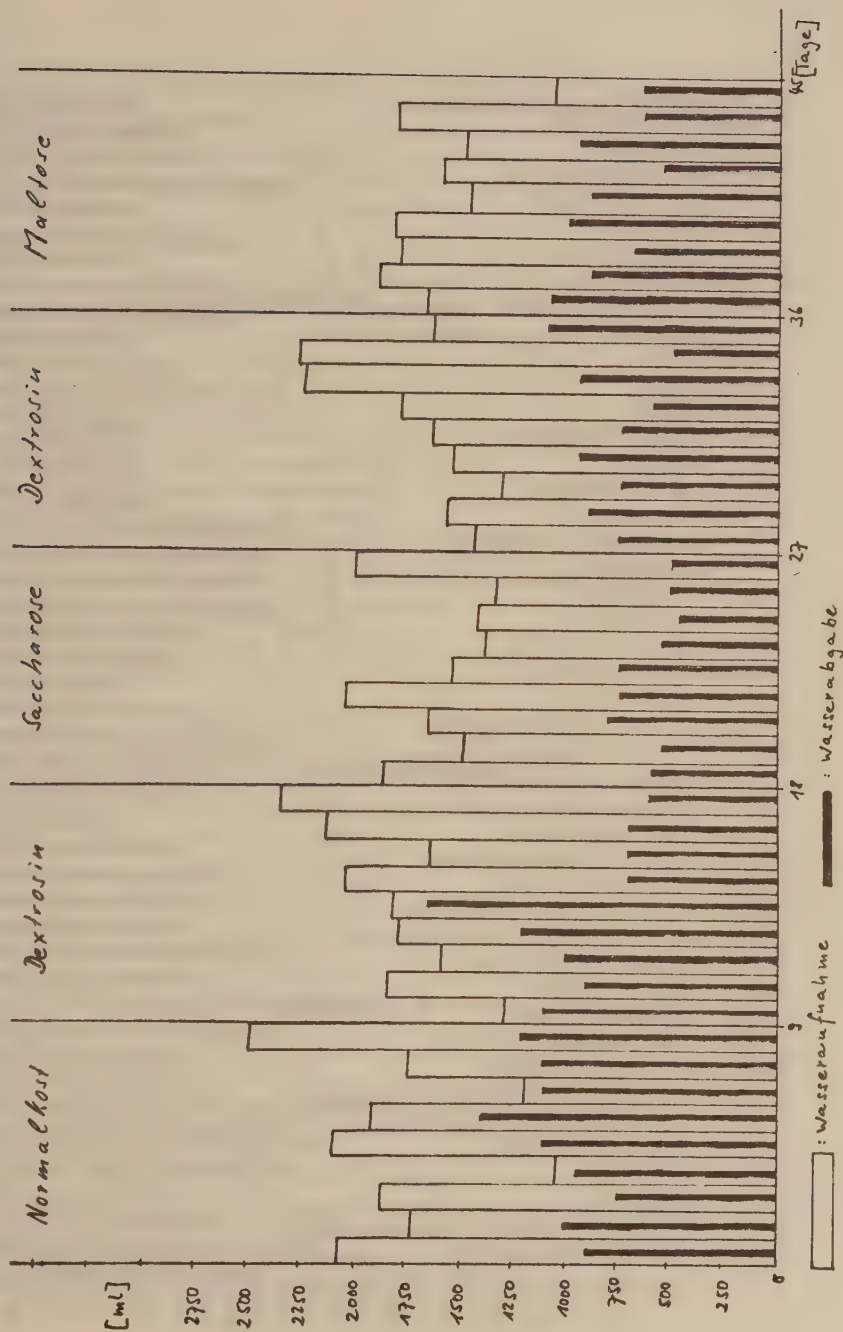


Abbildung 6: Wasserbilanz bei VP V

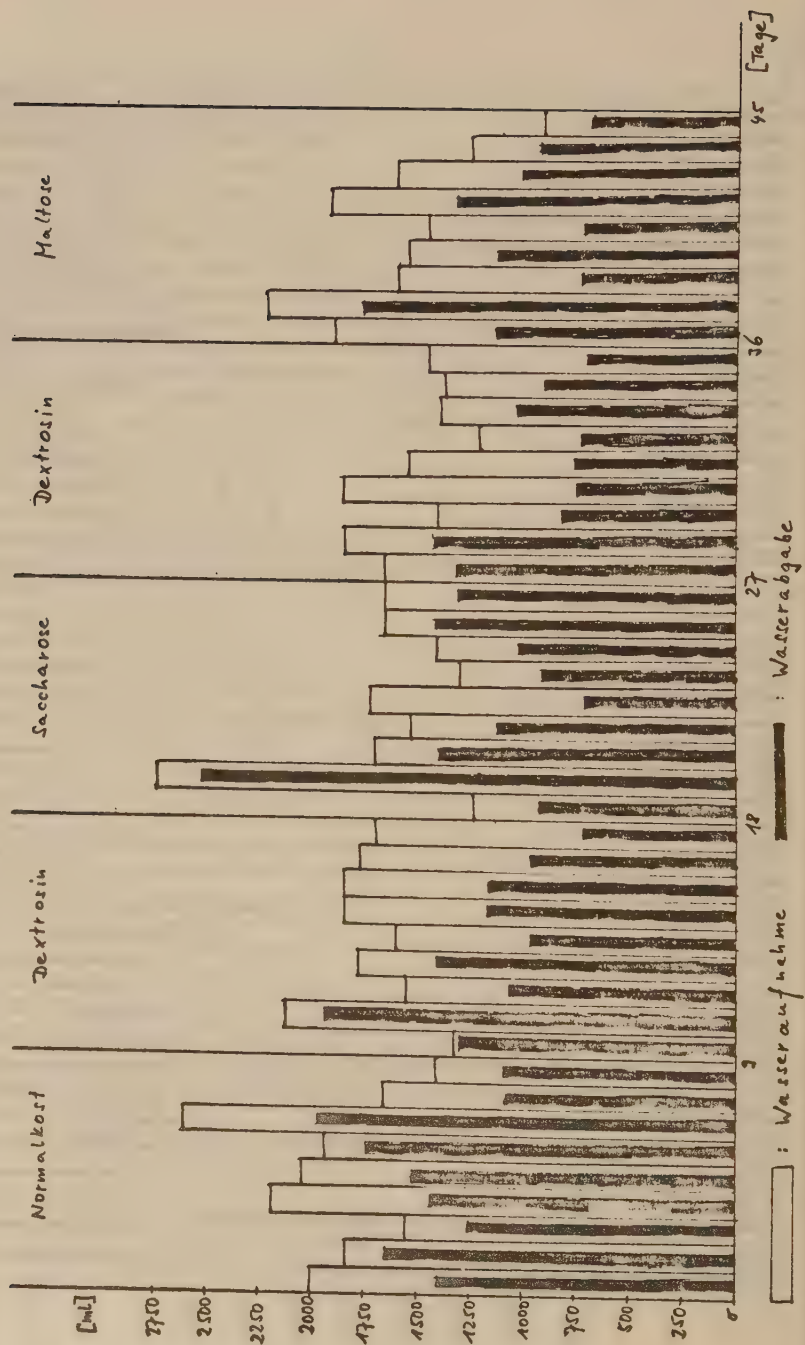


Abbildung 7: Wasserbilanz bei VP VI

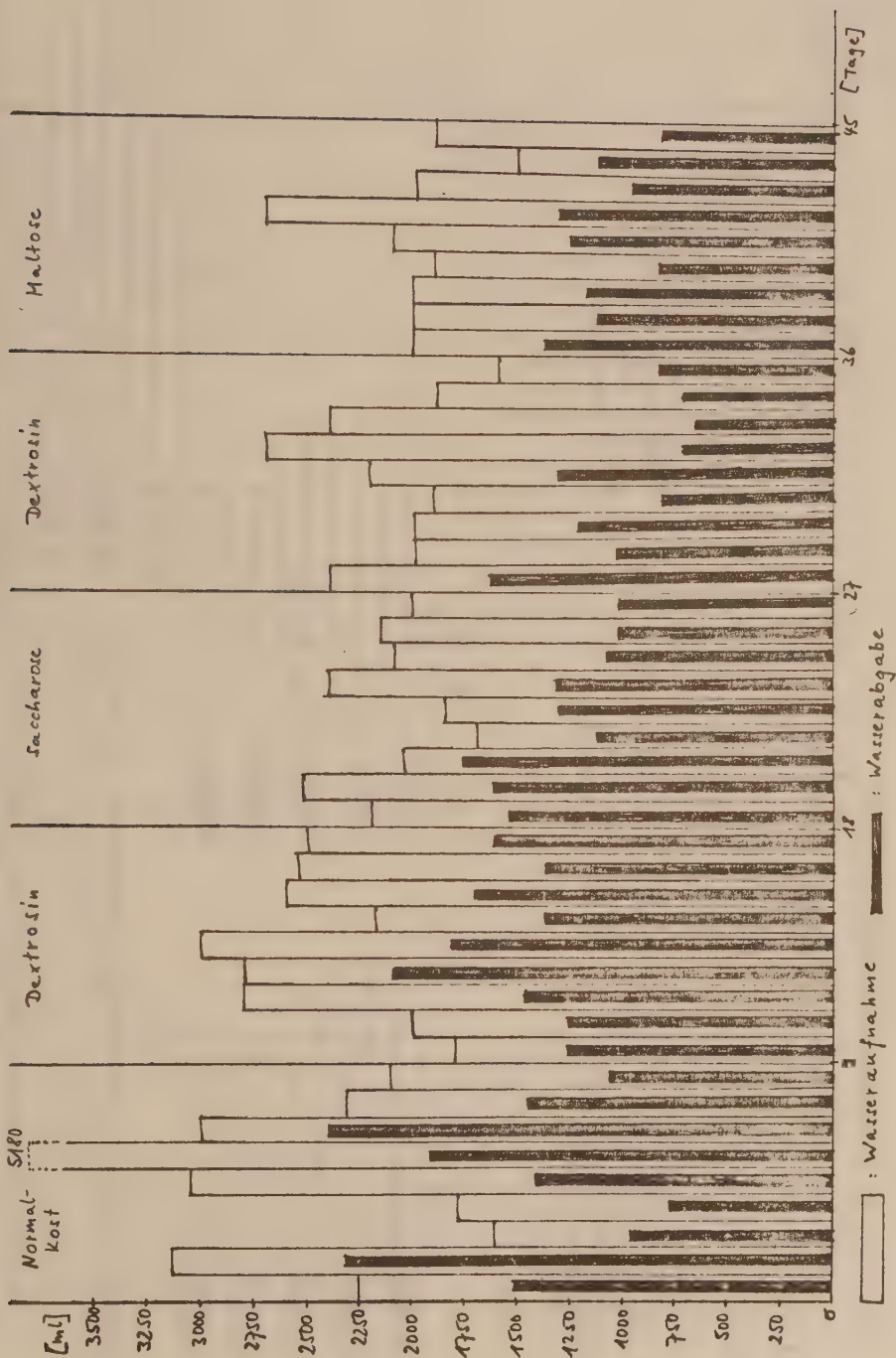
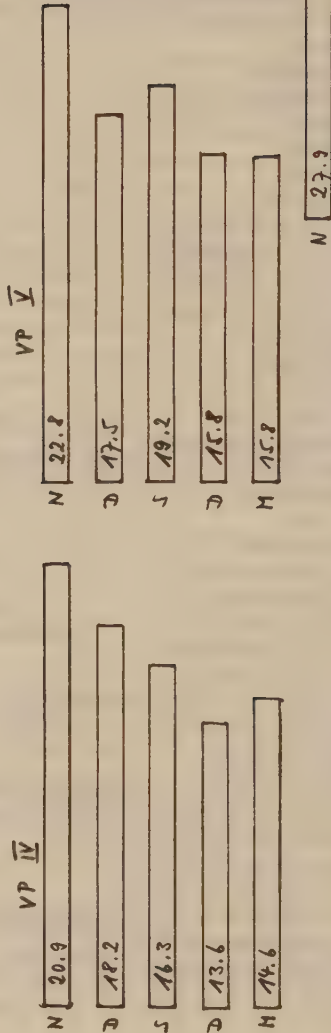
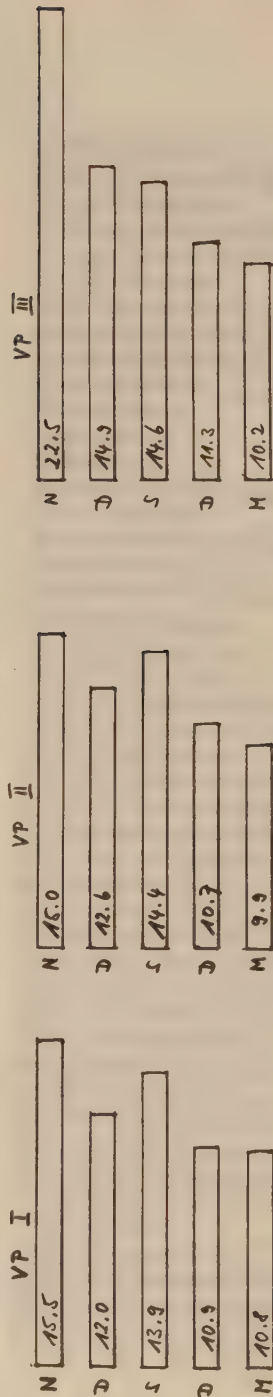


Abbildung 8: Gesamtkreatininausscheidung im Urin (g)



N: Normalkost, D: Dextrosin, S: Saccharose, M: Maltose

Abbildung 9: Gesamtkreatininausscheidung im Urin bei VP I

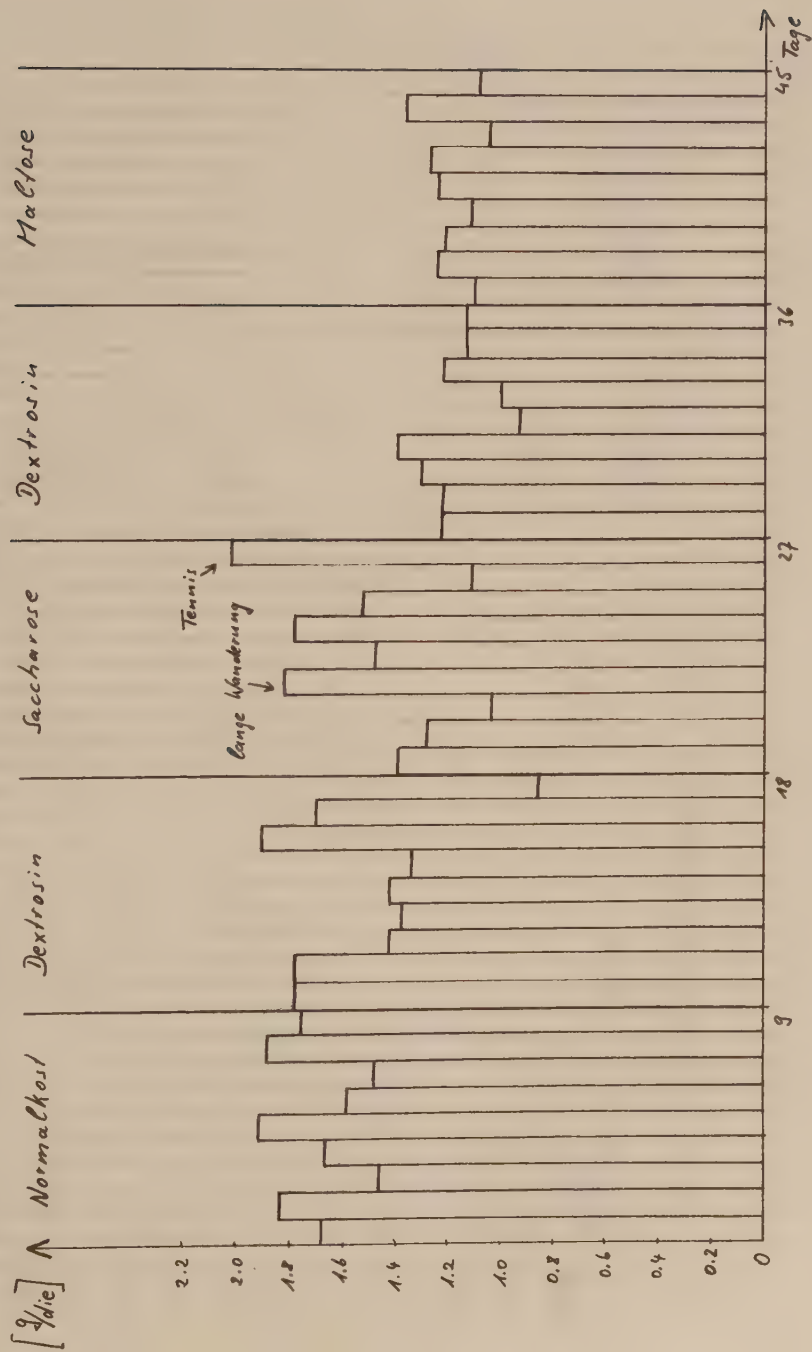


Abbildung 10: Gesamtkreatininausscheidung im Urin bei VP II

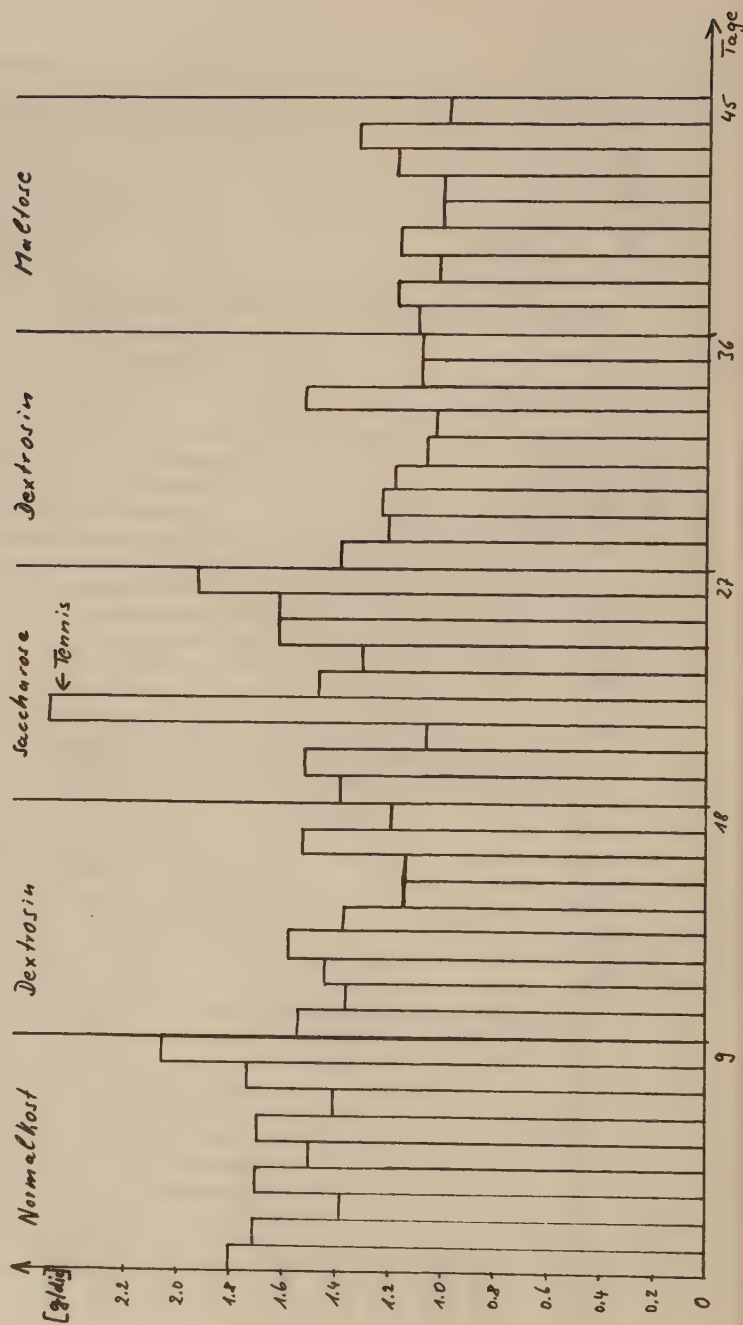


Abbildung 11: Gesamtkreatininausscheidung im Urin bei VP III

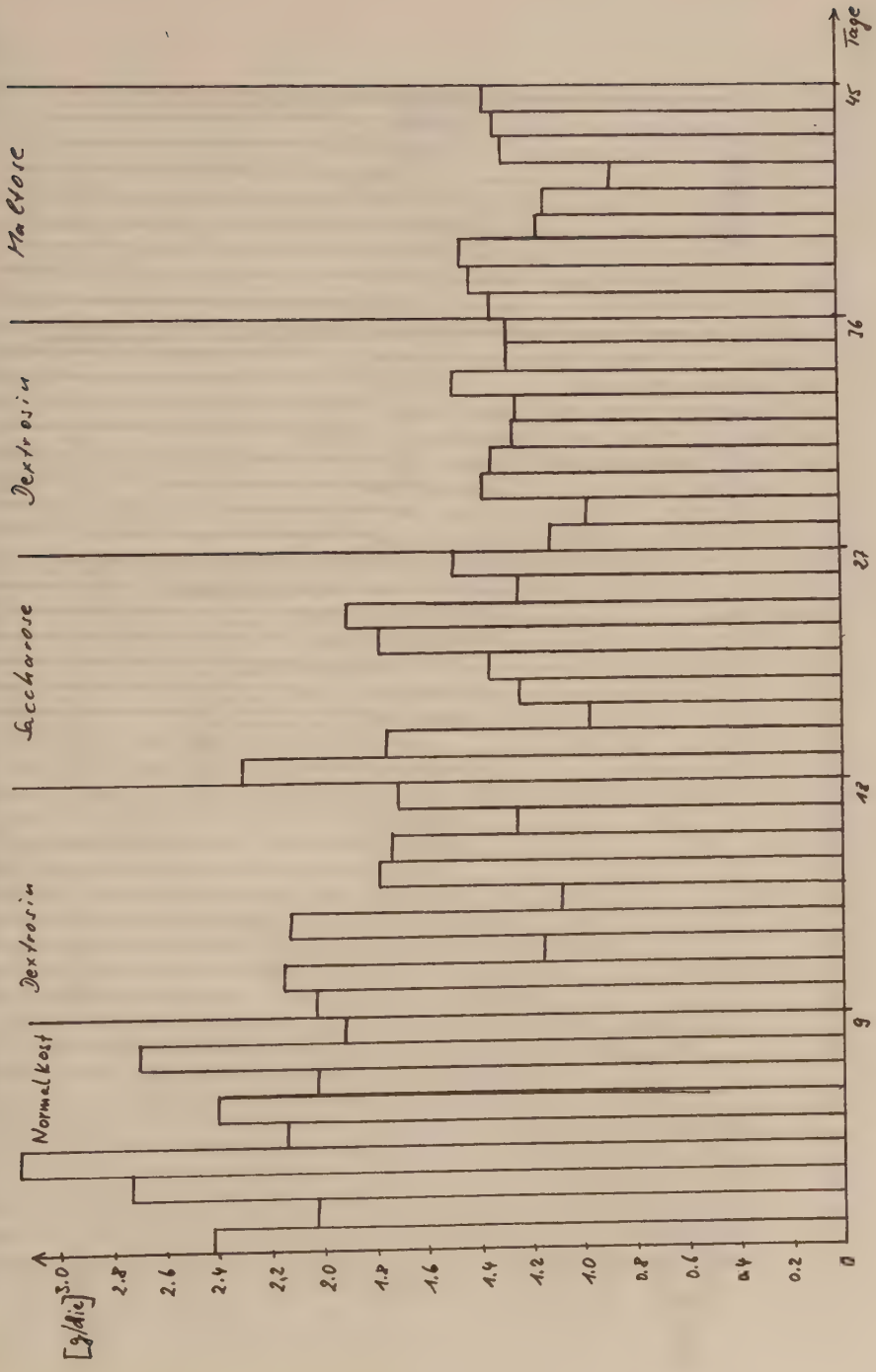


Abbildung 12: Gesamtkreatininausscheidung im Urin bei VP IV

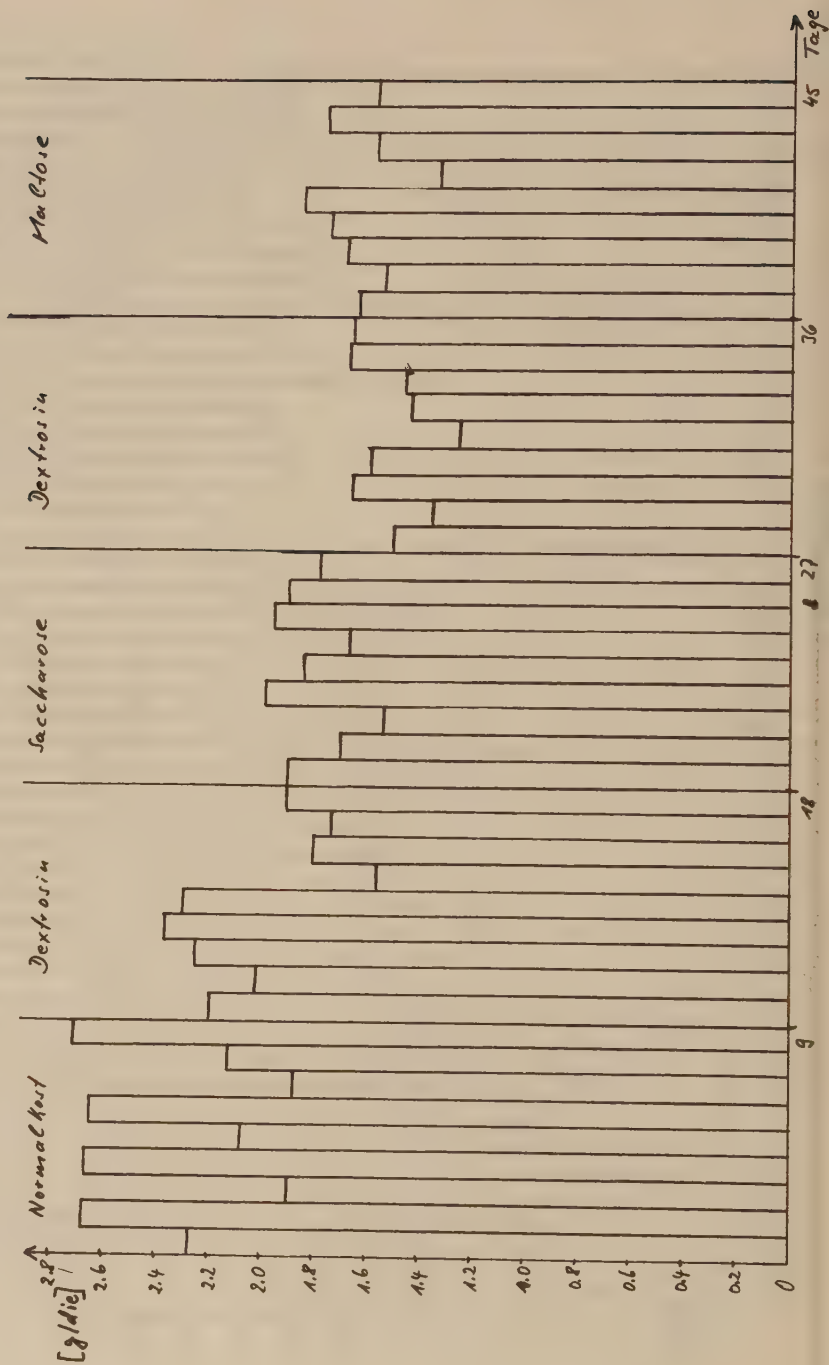


Abbildung 13: Gesamtkreatininausscheidung im Urin bei VP V

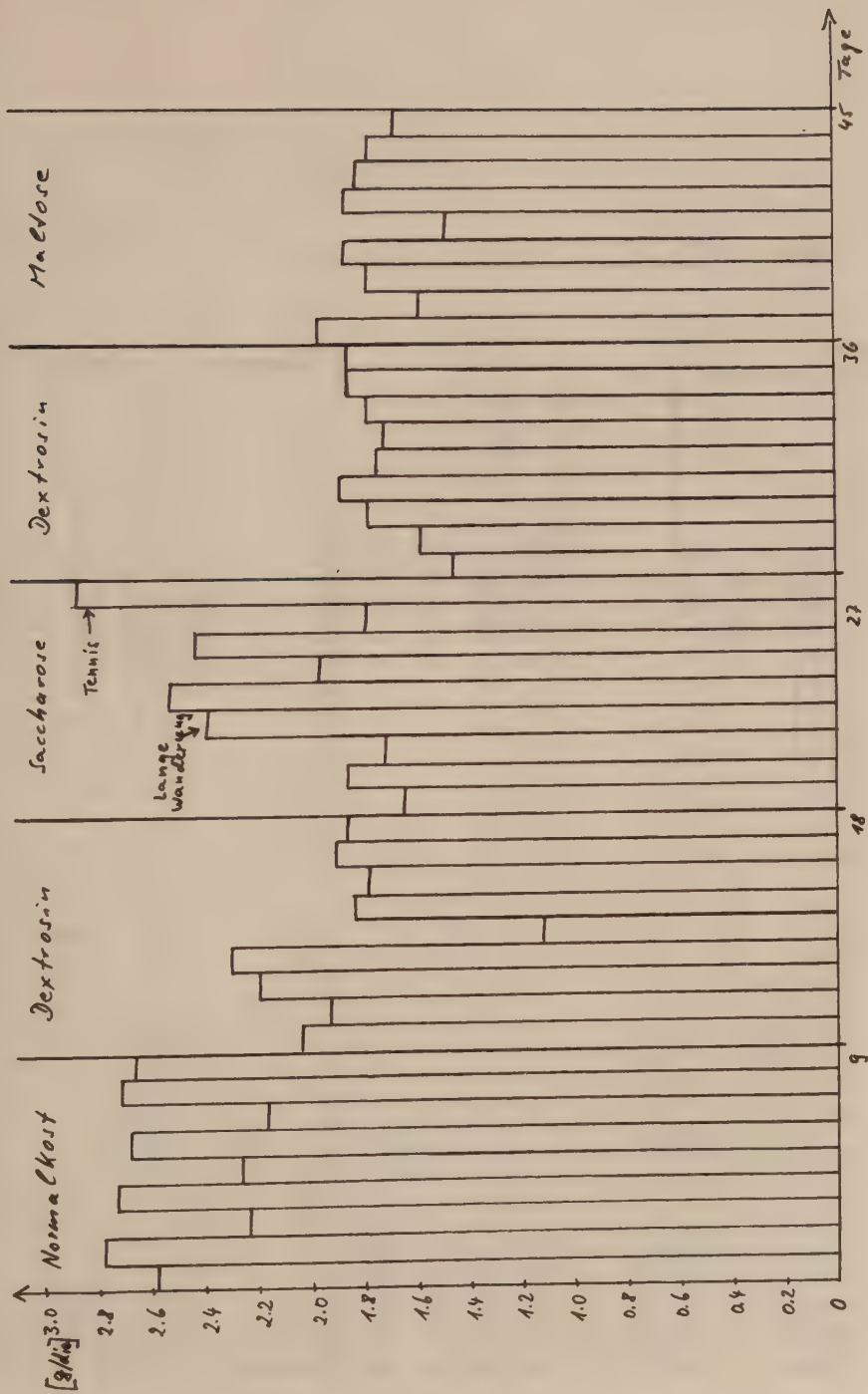


Abbildung 14: Gesamtkreatininausscheidung im Urin bei VP VI



Abbildung 15: Gesamtnatriumausscheidung im 24-Stunden-Urin (mval)

N	366,2	N	1390,6
D	267,5	D	353,5
S	364,2	S	409,2
	VP II		VP IV
D	610,9	D	628,5
M	277,5	M	383,0
N	1265,6	N	1261,0
D	683,8	D	250,0
S	448,4	S	298,0
	VP V		VP I
D	790,5	D	749,0
M	383,3	M	198,0
N	1466,4	N	1050,5
D	400,1	D	380,2
S	384,8	S	365,0
	VP III		VP VI
D	634,8	D	419,5
M	291,2	M	331,0

N: Normalkost, D: Dextrosin,
S: Saccharose, M: Maltose

Abbildung 16: Natriumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP I (mval)

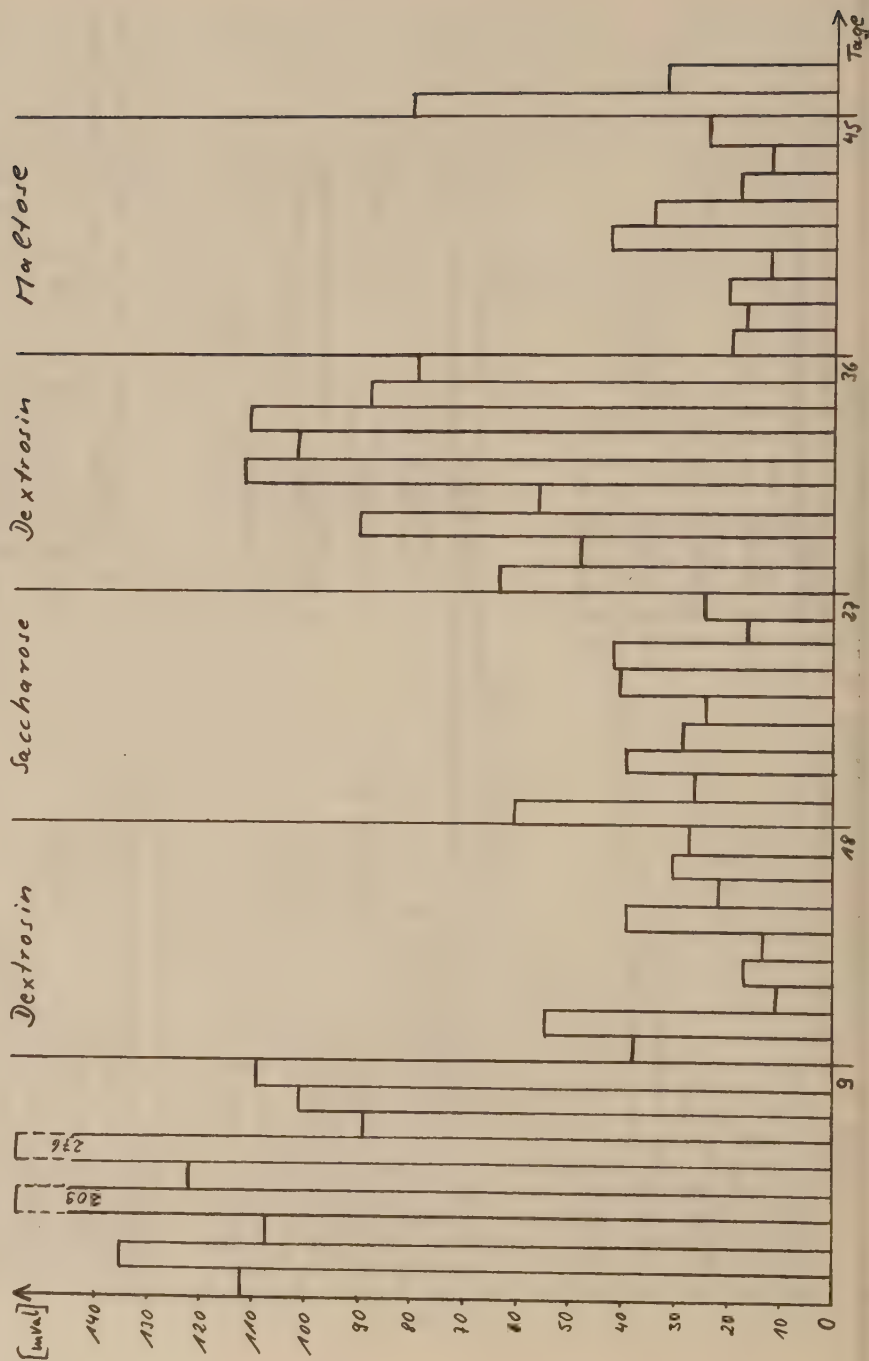


Abbildung 17: Natriumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP II (mval)

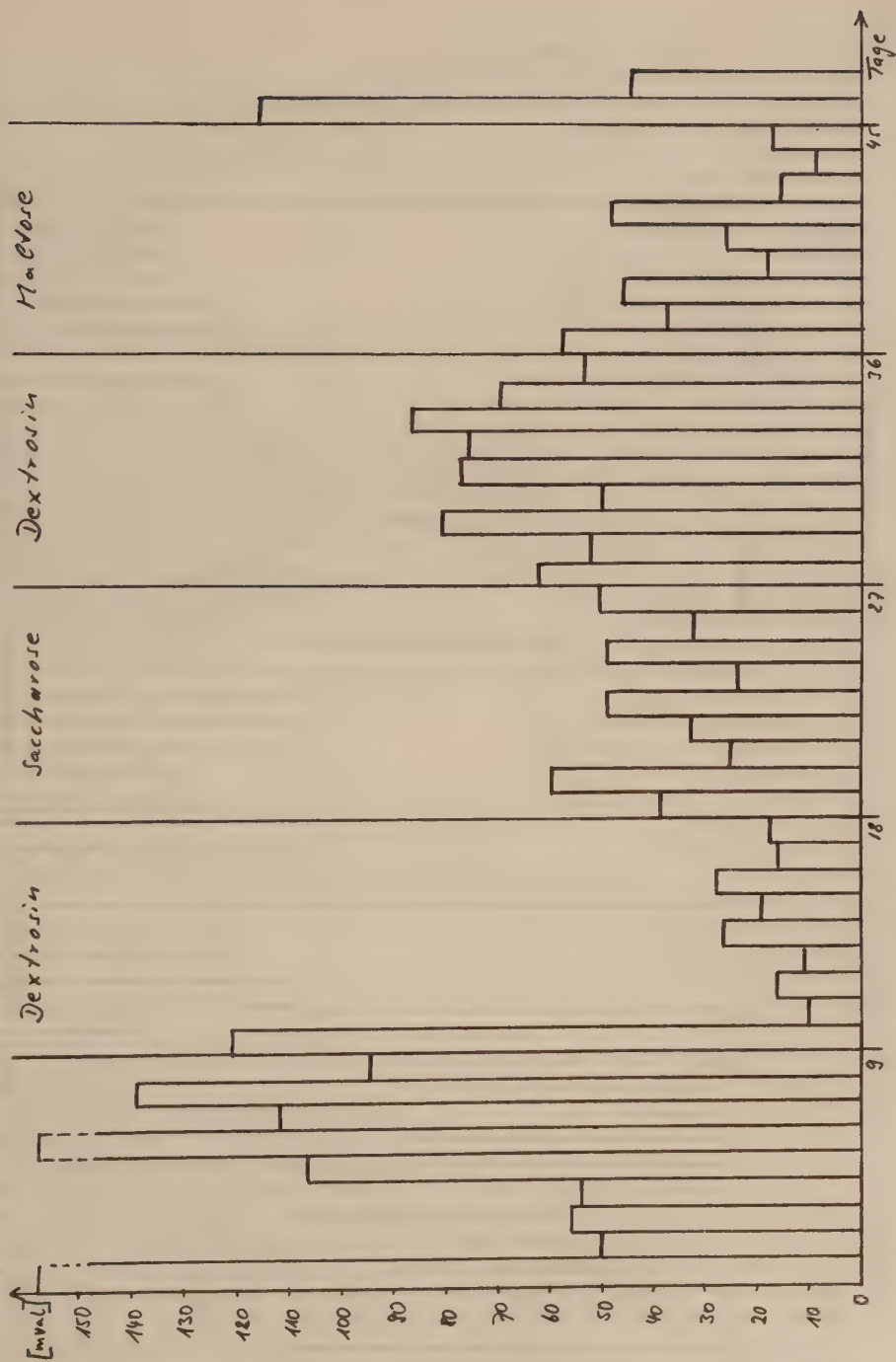


Abbildung 18: Natriumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP III (mval)

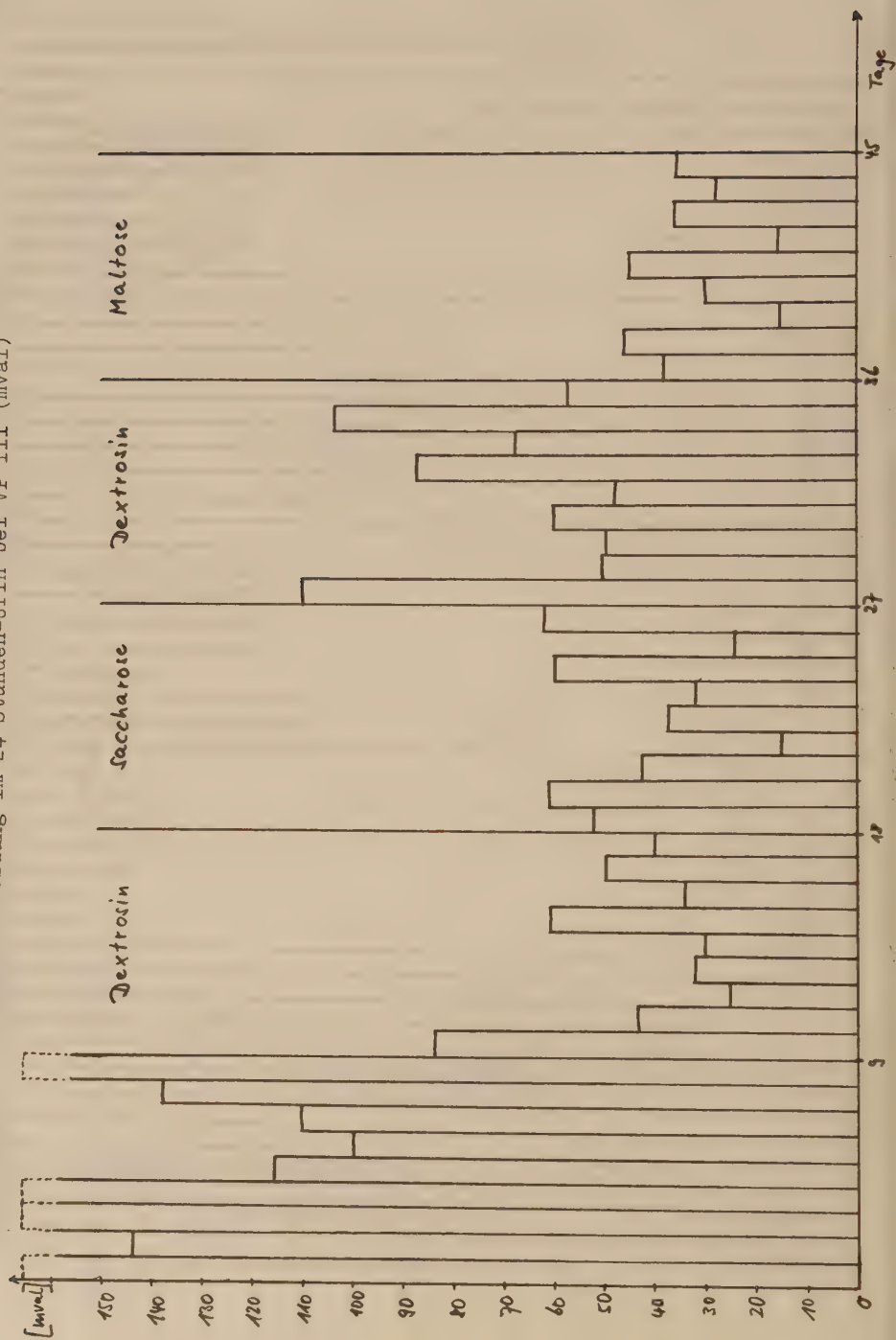


Abbildung 19: Natriumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP IV

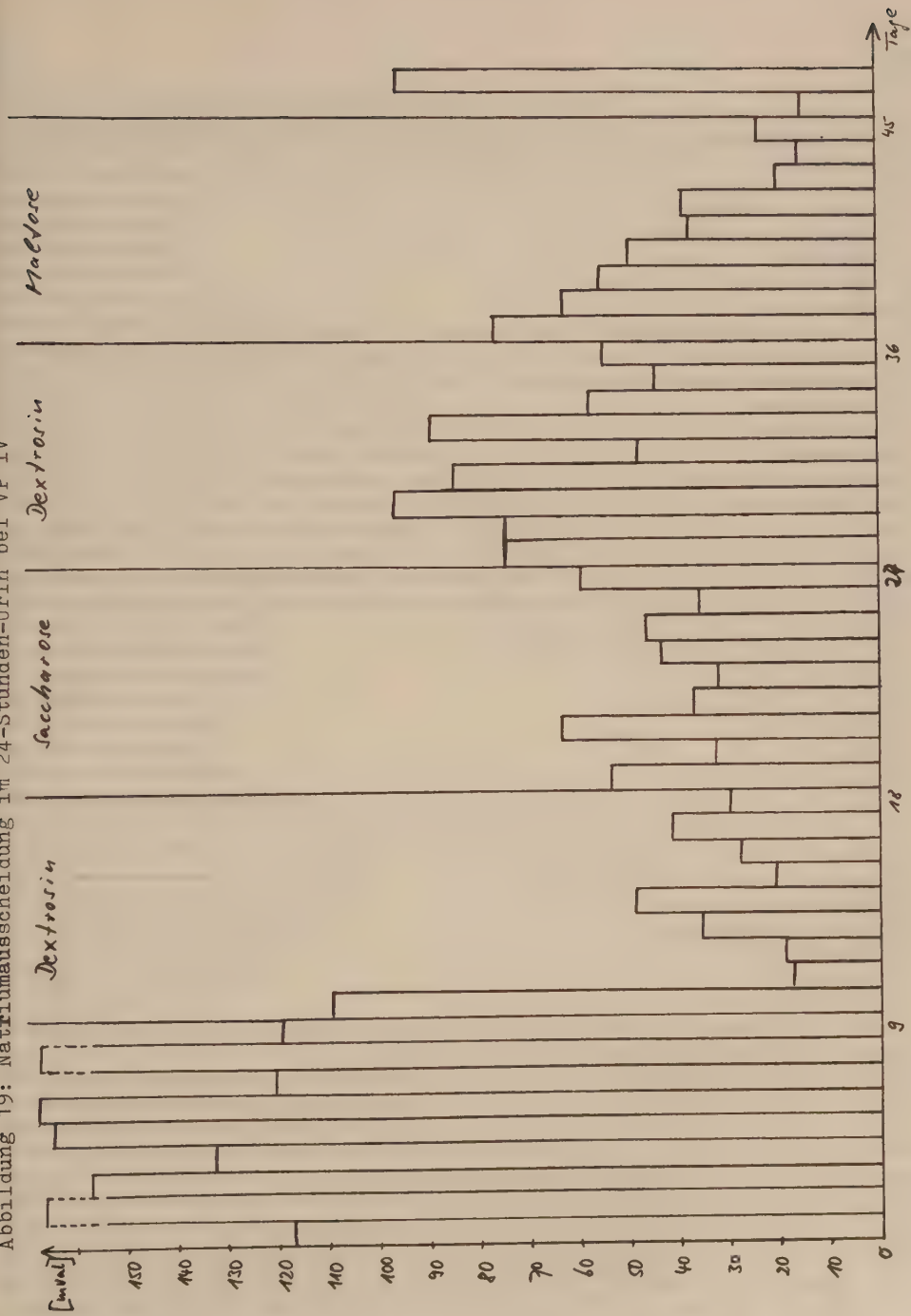


Abbildung 20: Natriumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP V

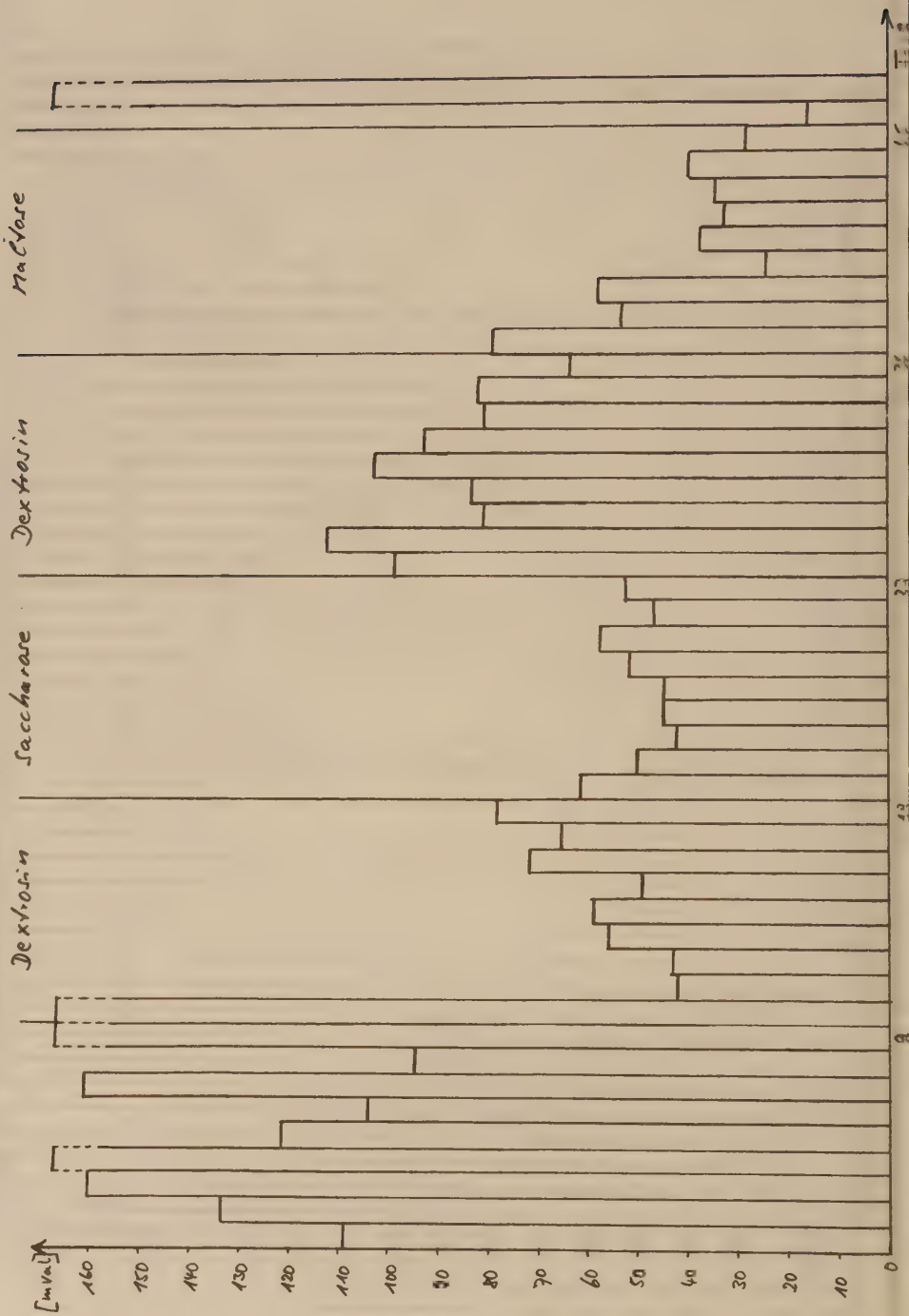


Abbildung 21: Natriumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP VI

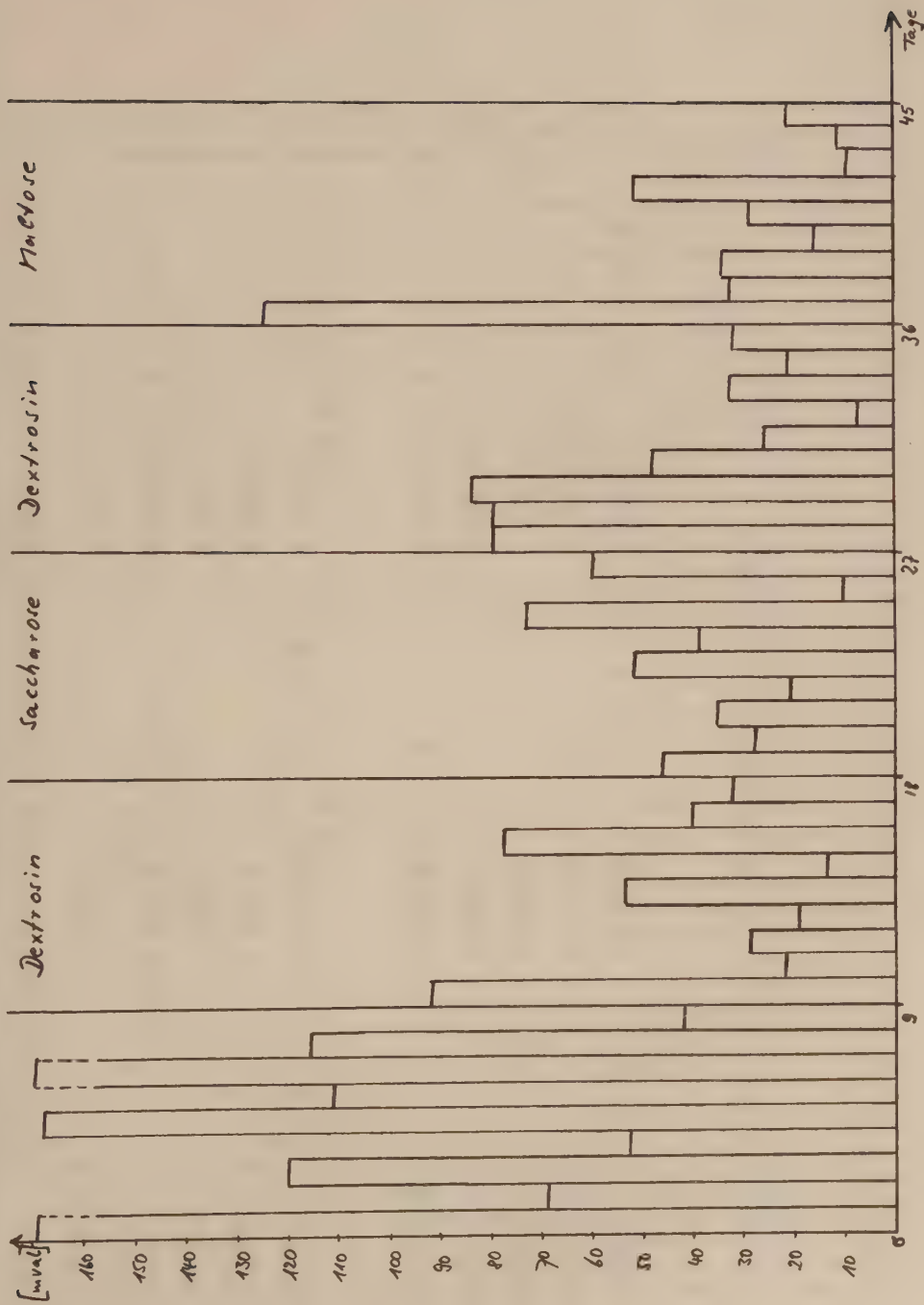
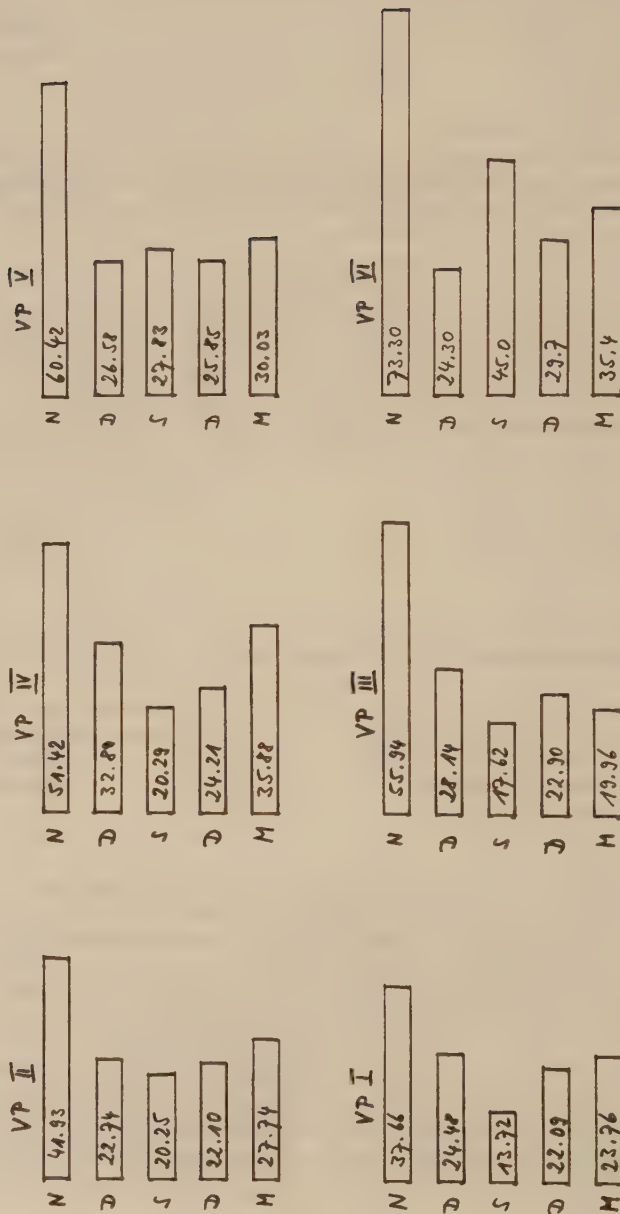


Abbildung 22: Gesamtkaliumausscheidung im 24-Stunden-Urin (mval)



N: Normalalkost, D: Dextrosin, S: Saccharose, M: Maltose

Abbildung 23: Kaliumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP I

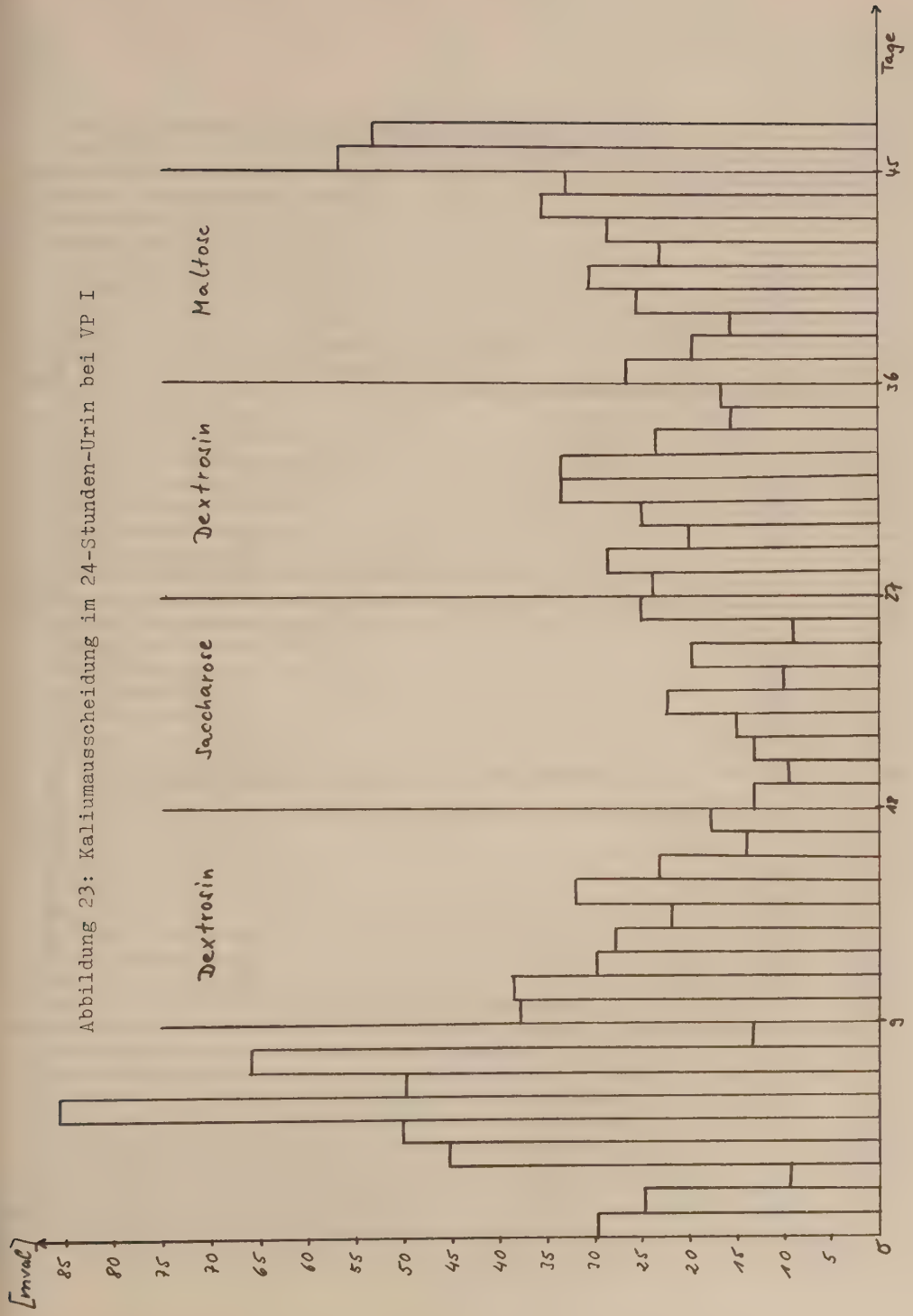


Abbildung 24: Kaliumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP II

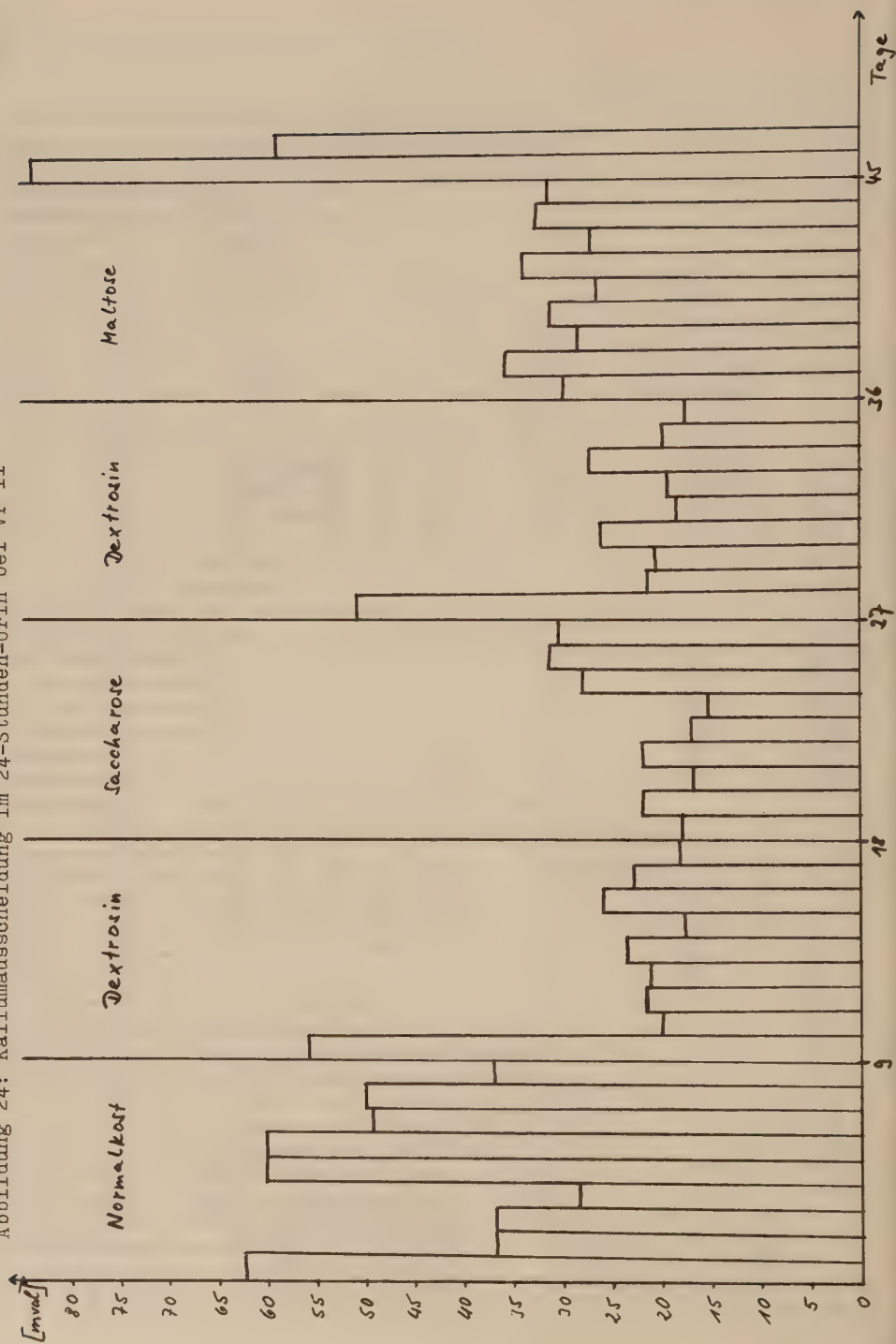
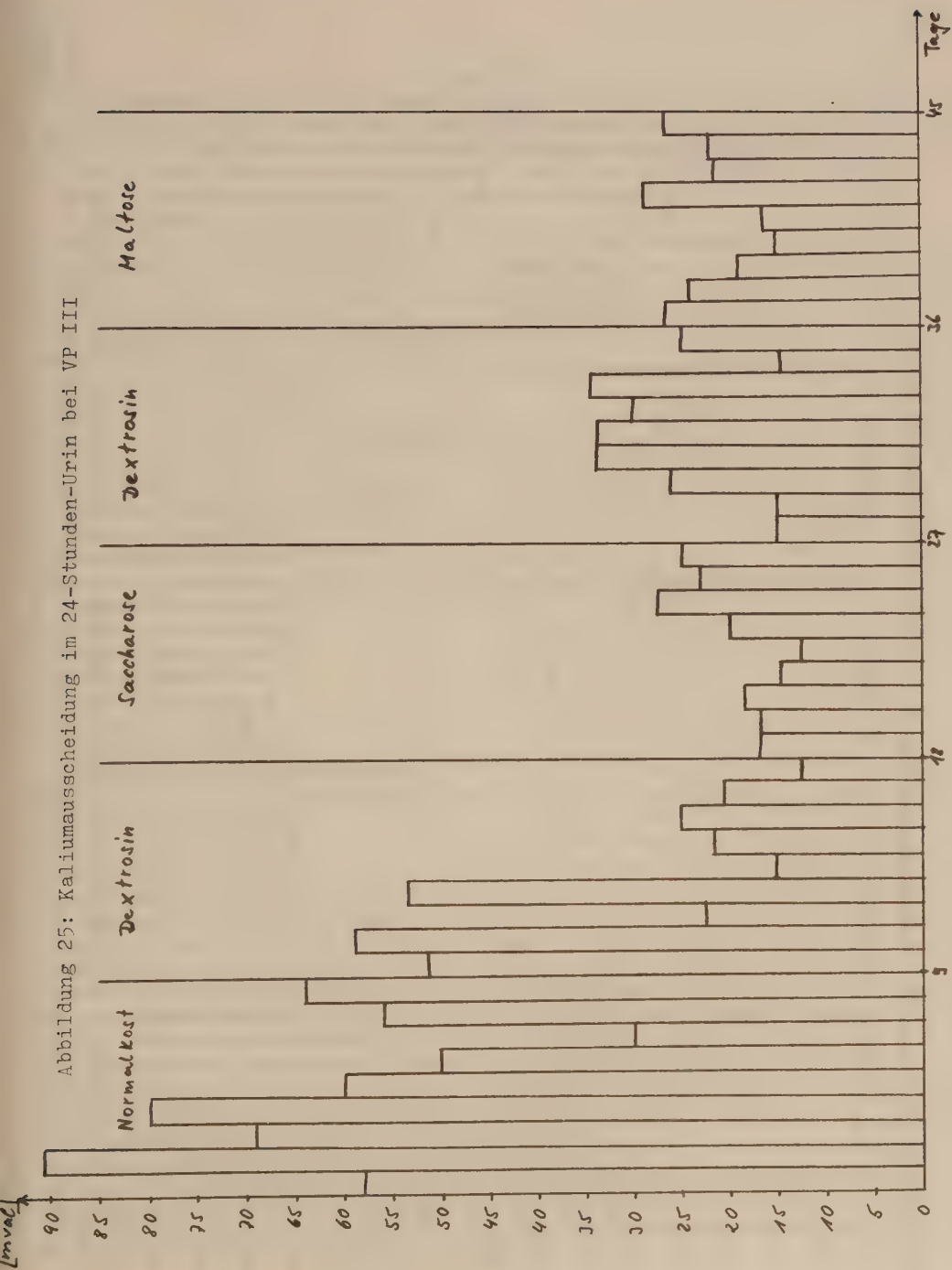


Abbildung 25: Kaliumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP III



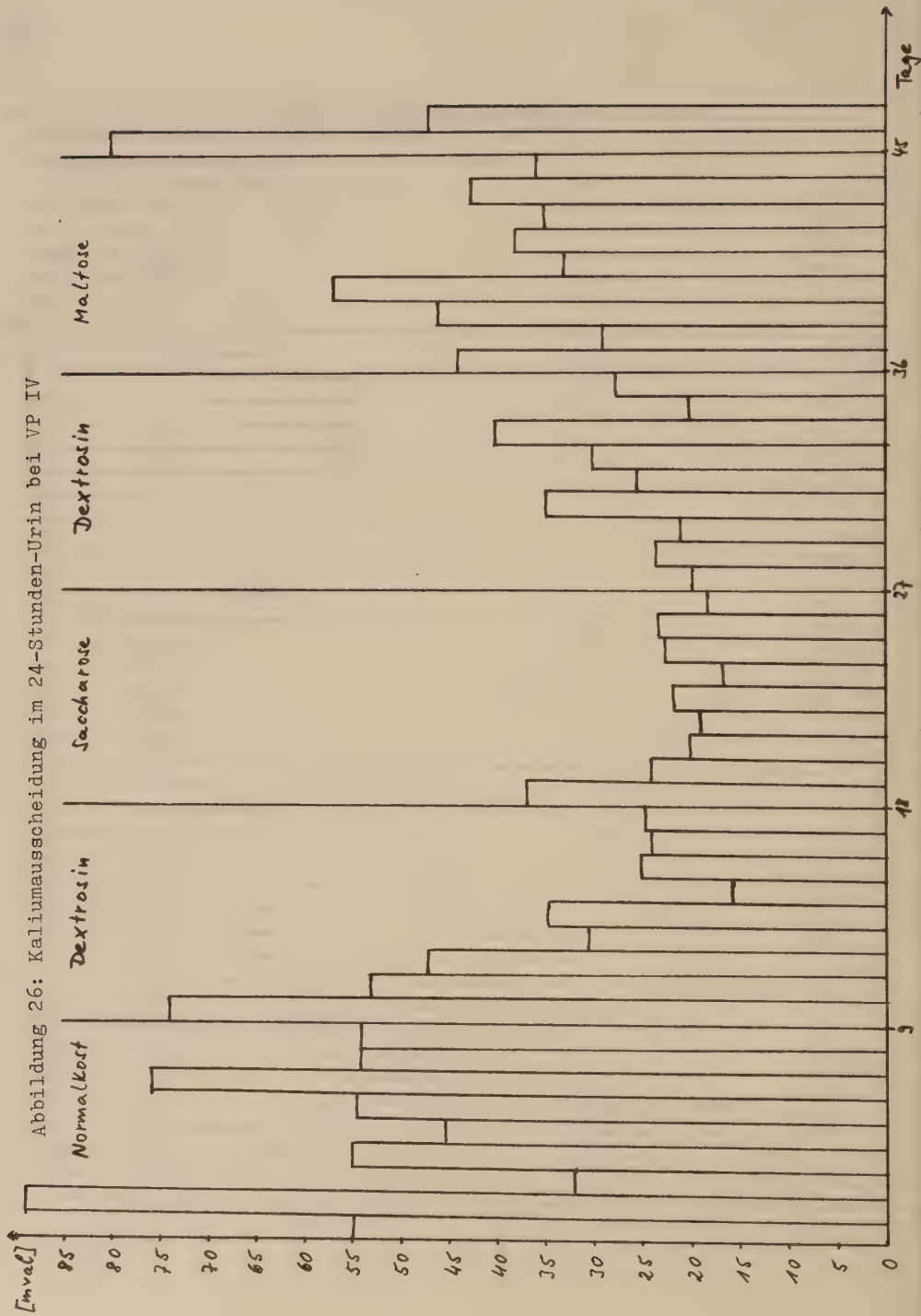


Abbildung 27: Kaliumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP V

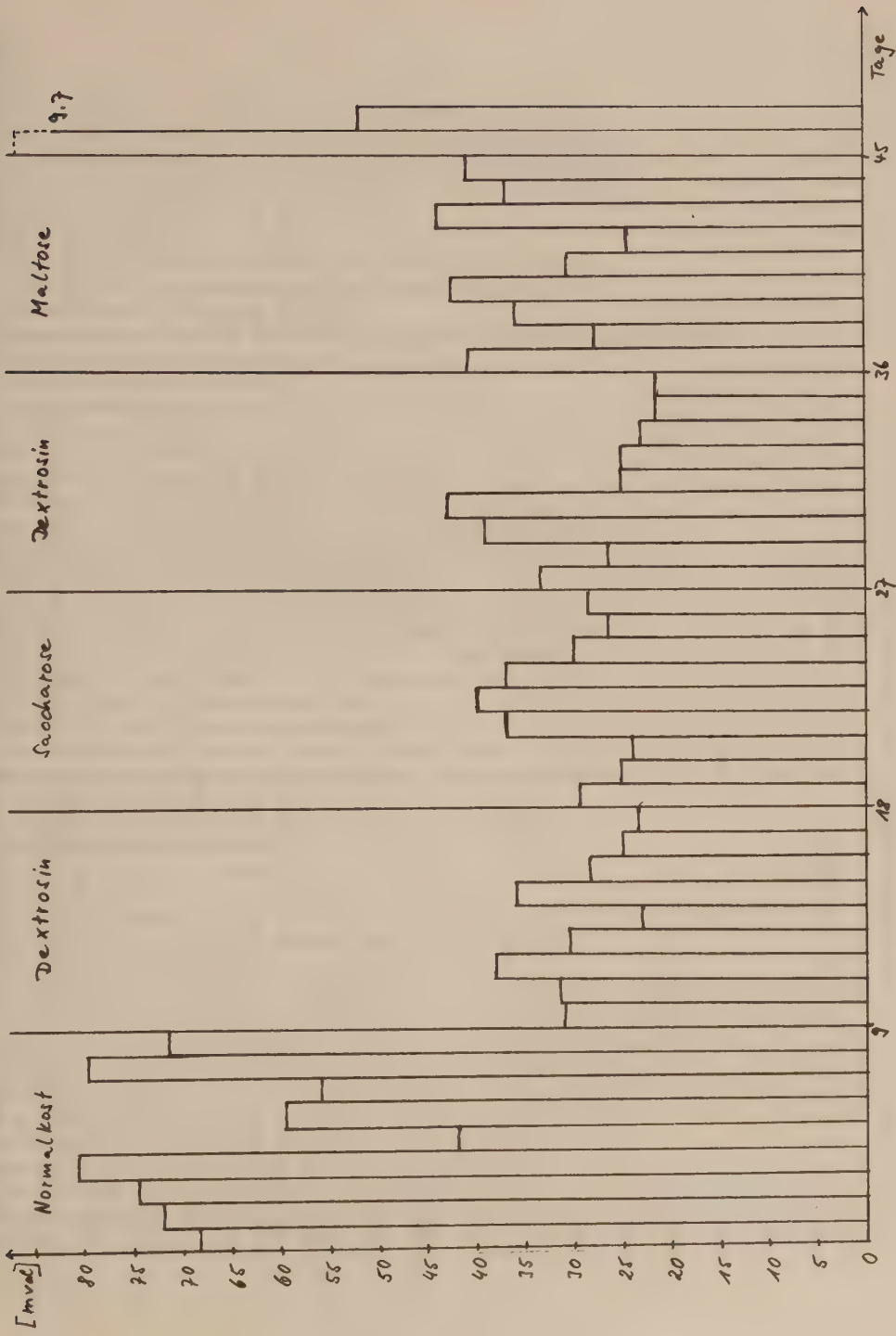


Abbildung 28: Kaliumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP VI

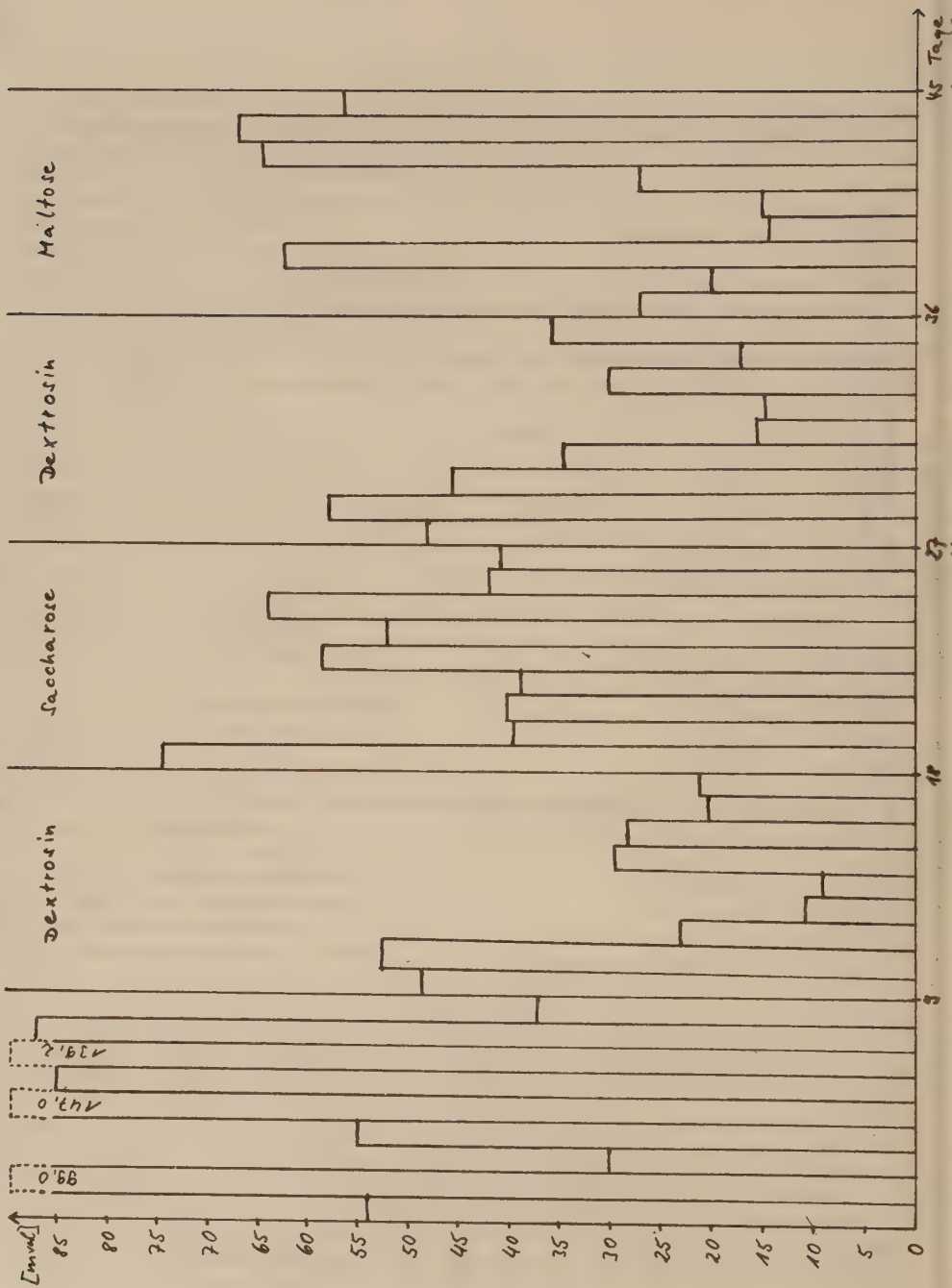


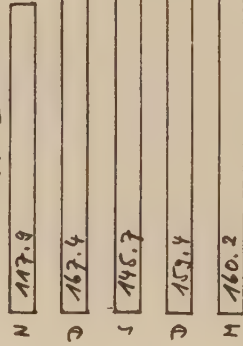
Abbildung 29a: Gesamtcalziumausscheidung im 24-Stunden-Urin (mval)



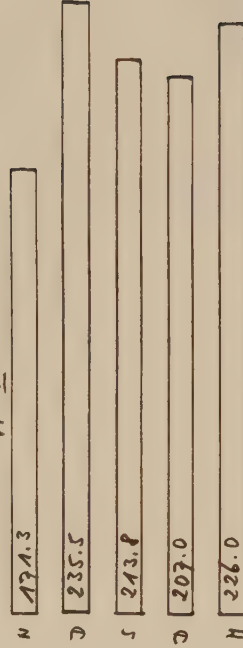
N: Normalkost, D: Dextrosin, S: Saccharose, M: Maltose

Abbildung 29b: Gesamtcalziumausscheidung im 24-Stunden-Urin (mval)

VP II



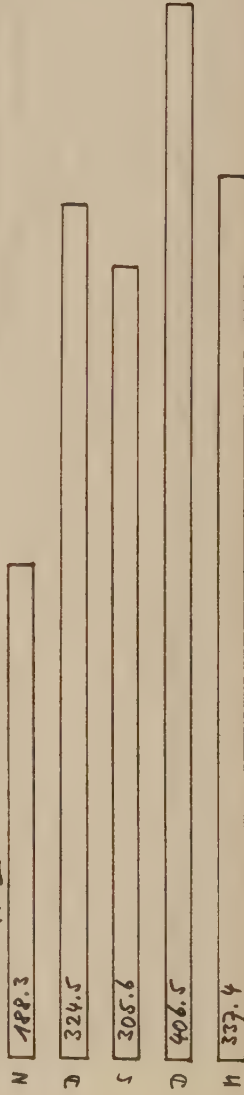
VP IV



VP V



VP VI



N: Normalkost, D: Dextrosin, S: Saccharose, M: Maltose

Abbildung 30: Galziumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP I

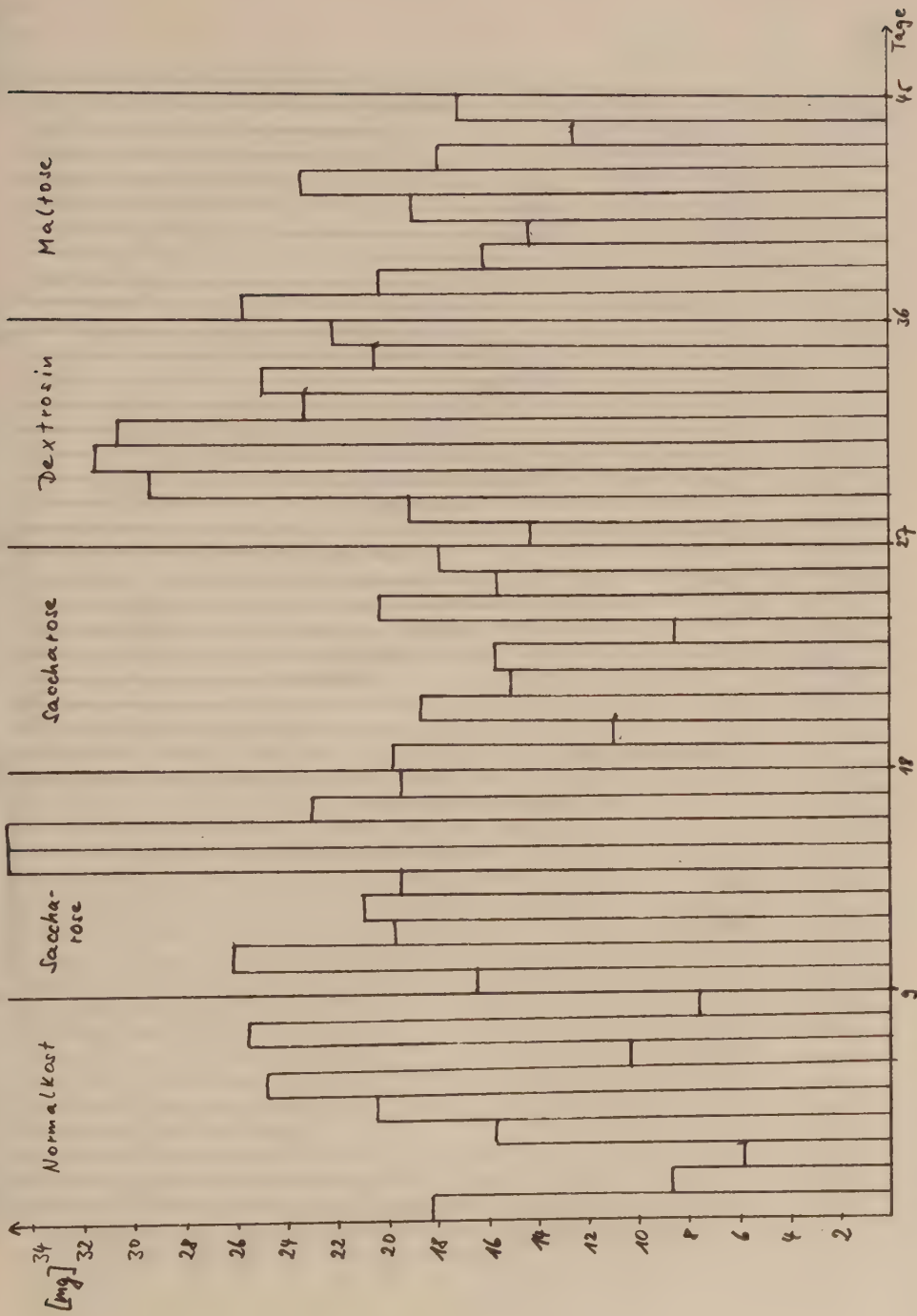


Abbildung 31: Calziumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP II

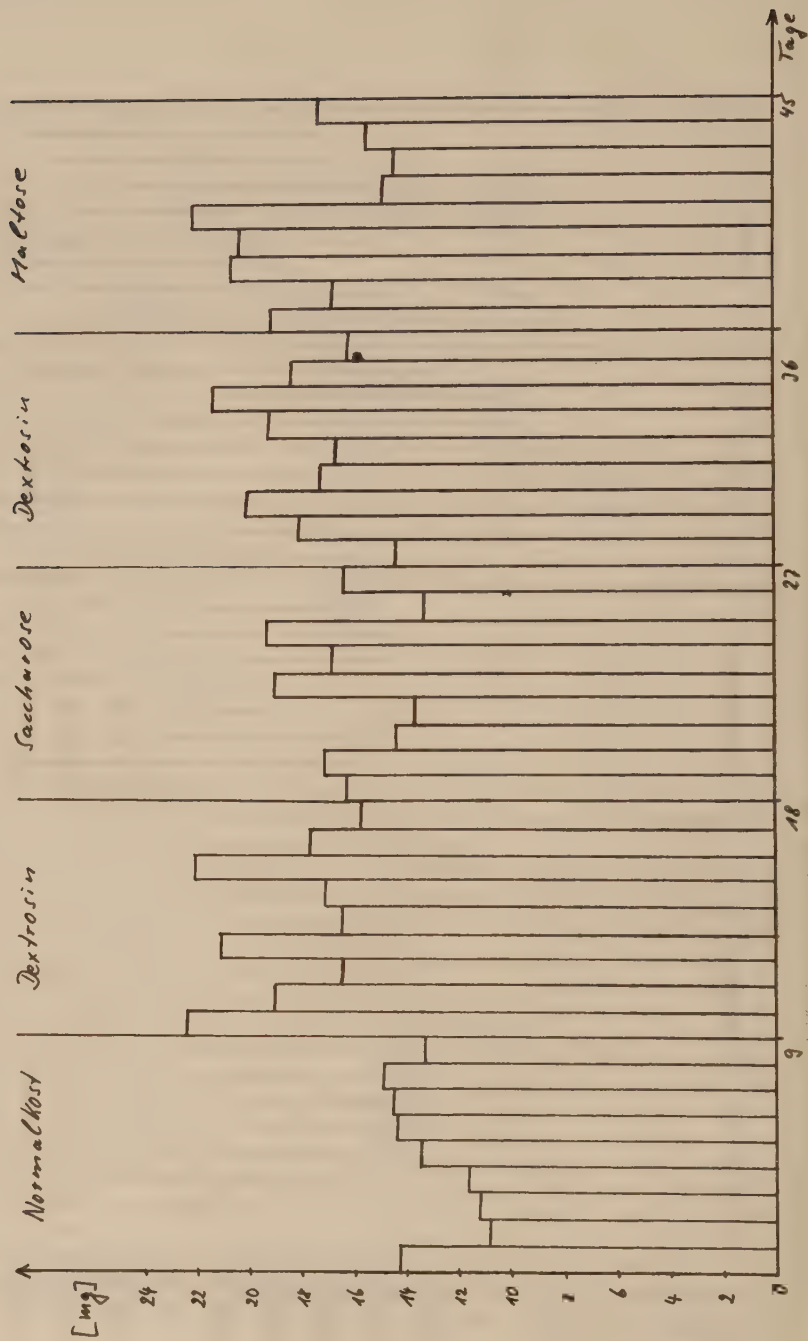


Abbildung 32: Calziumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP III

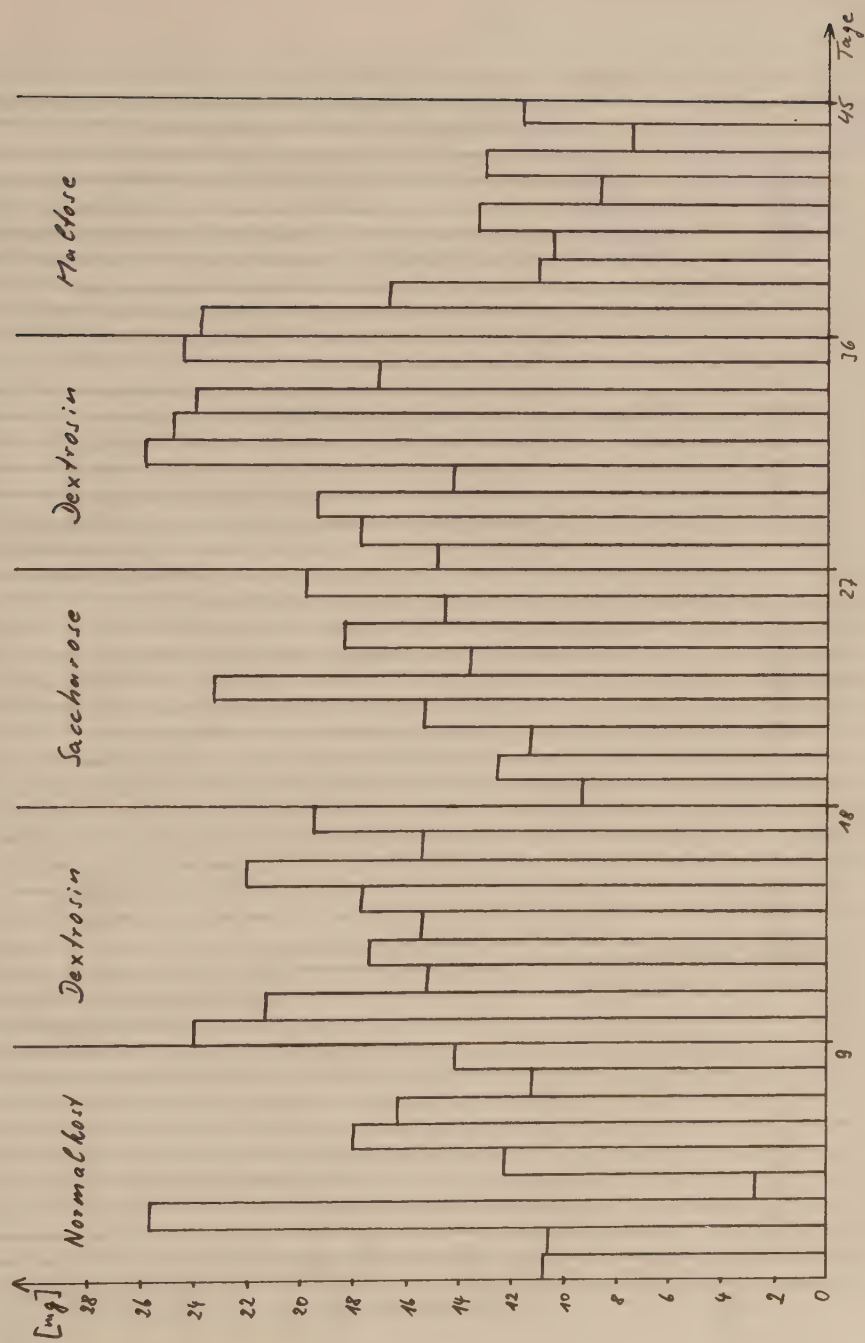


Abbildung 33: Calziumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP IV

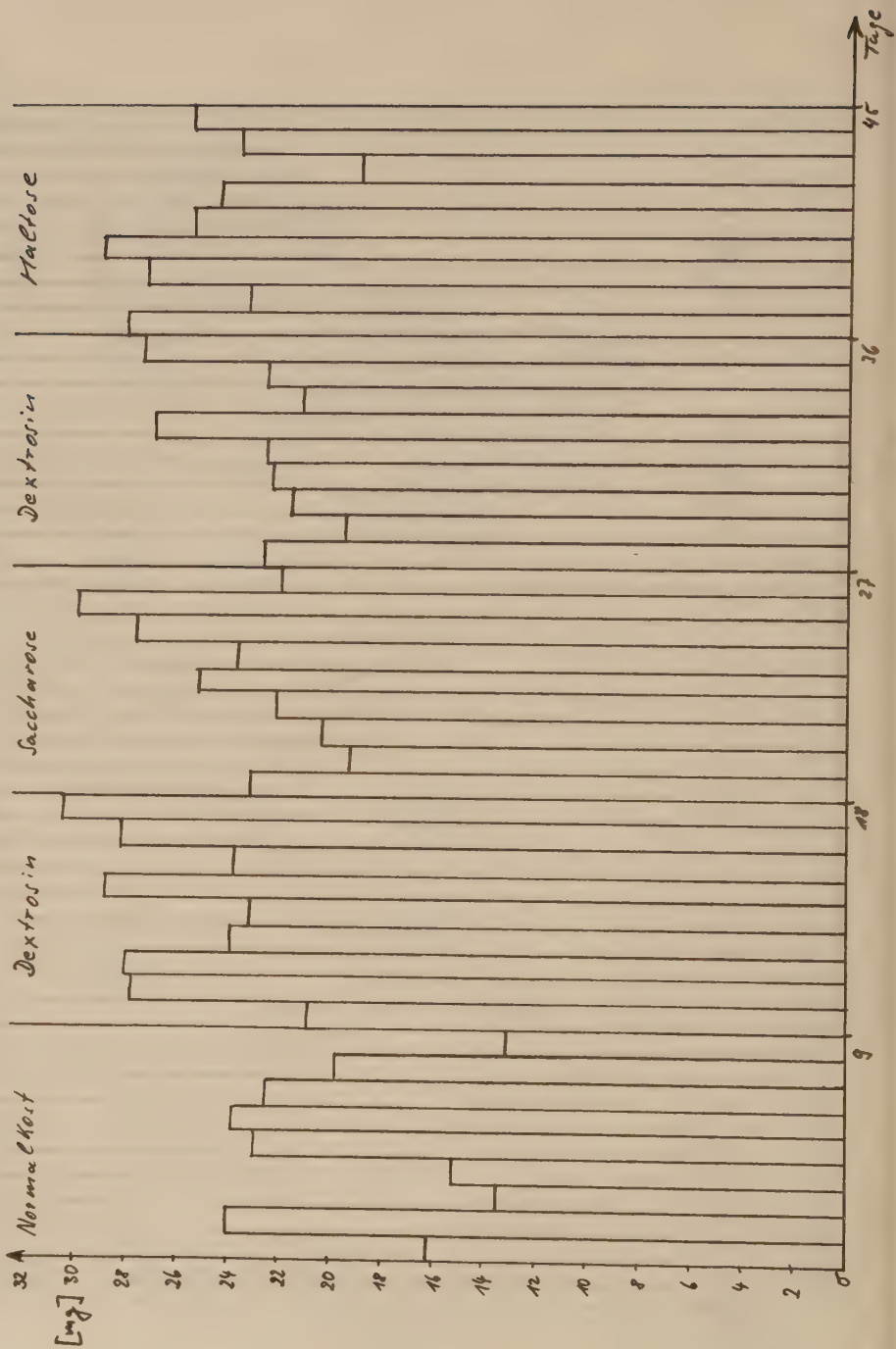


Abbildung 34: Calziumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP V

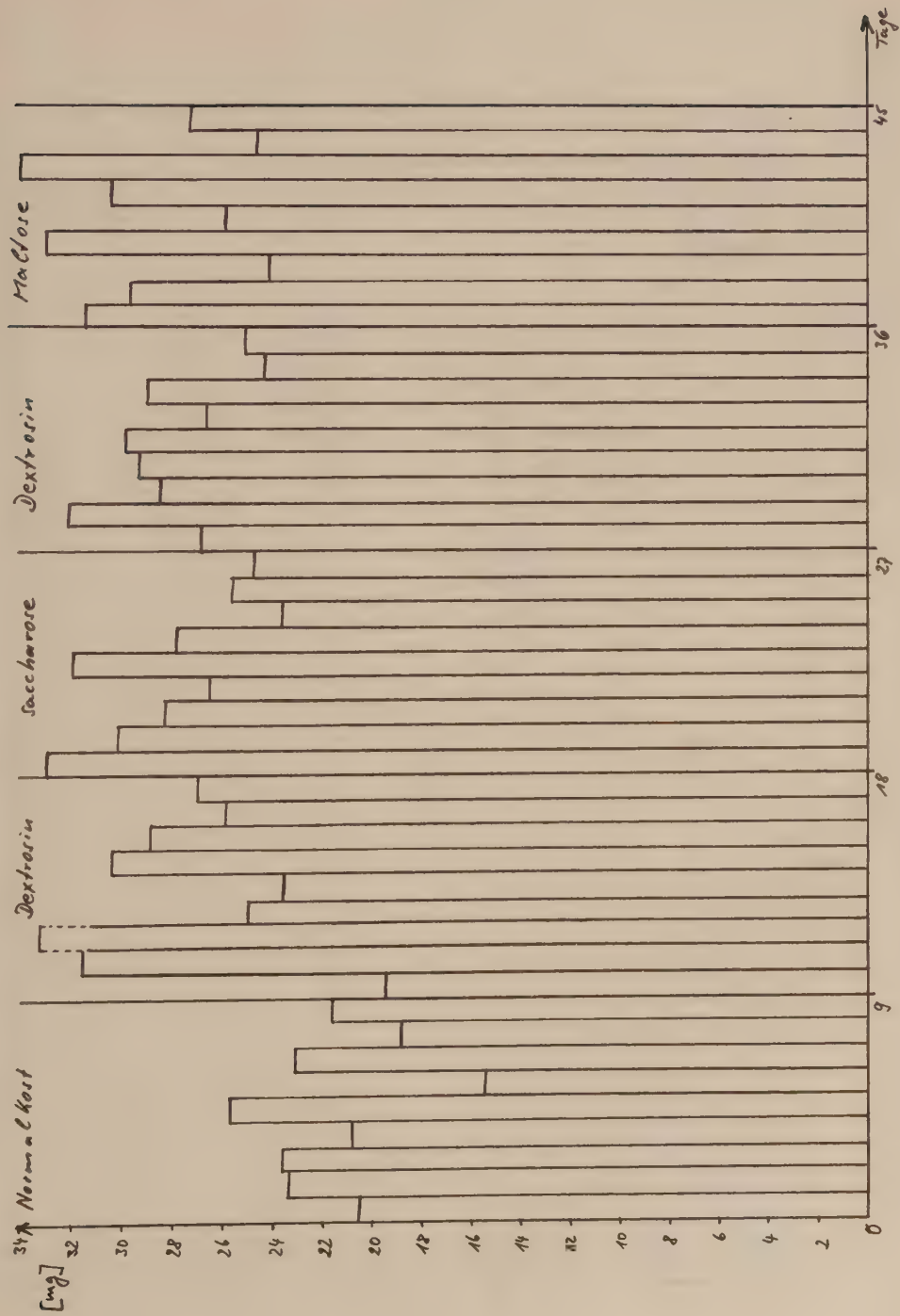


Abbildung 35: Calciumausscheidung im 24-Stunden-Urin bei VP VI

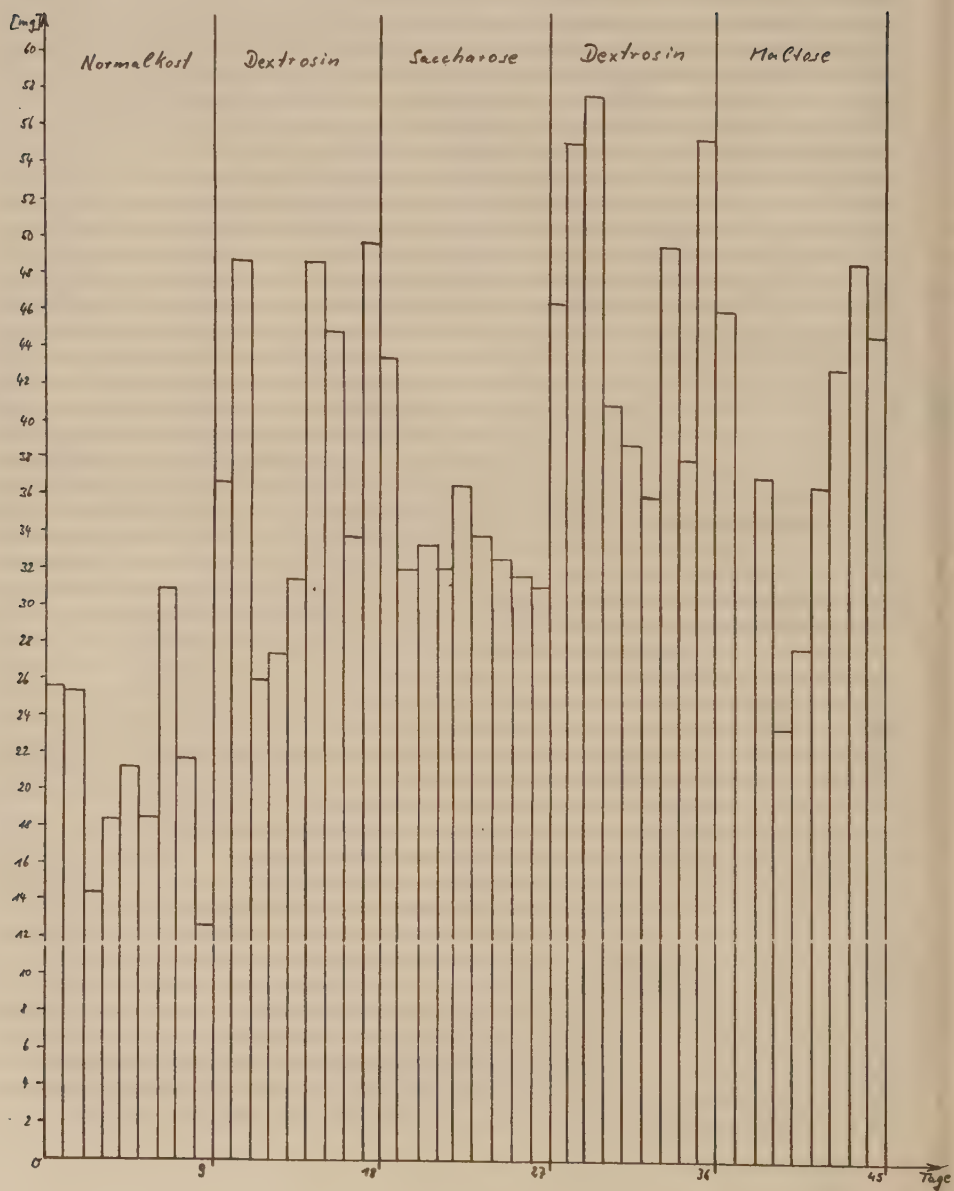
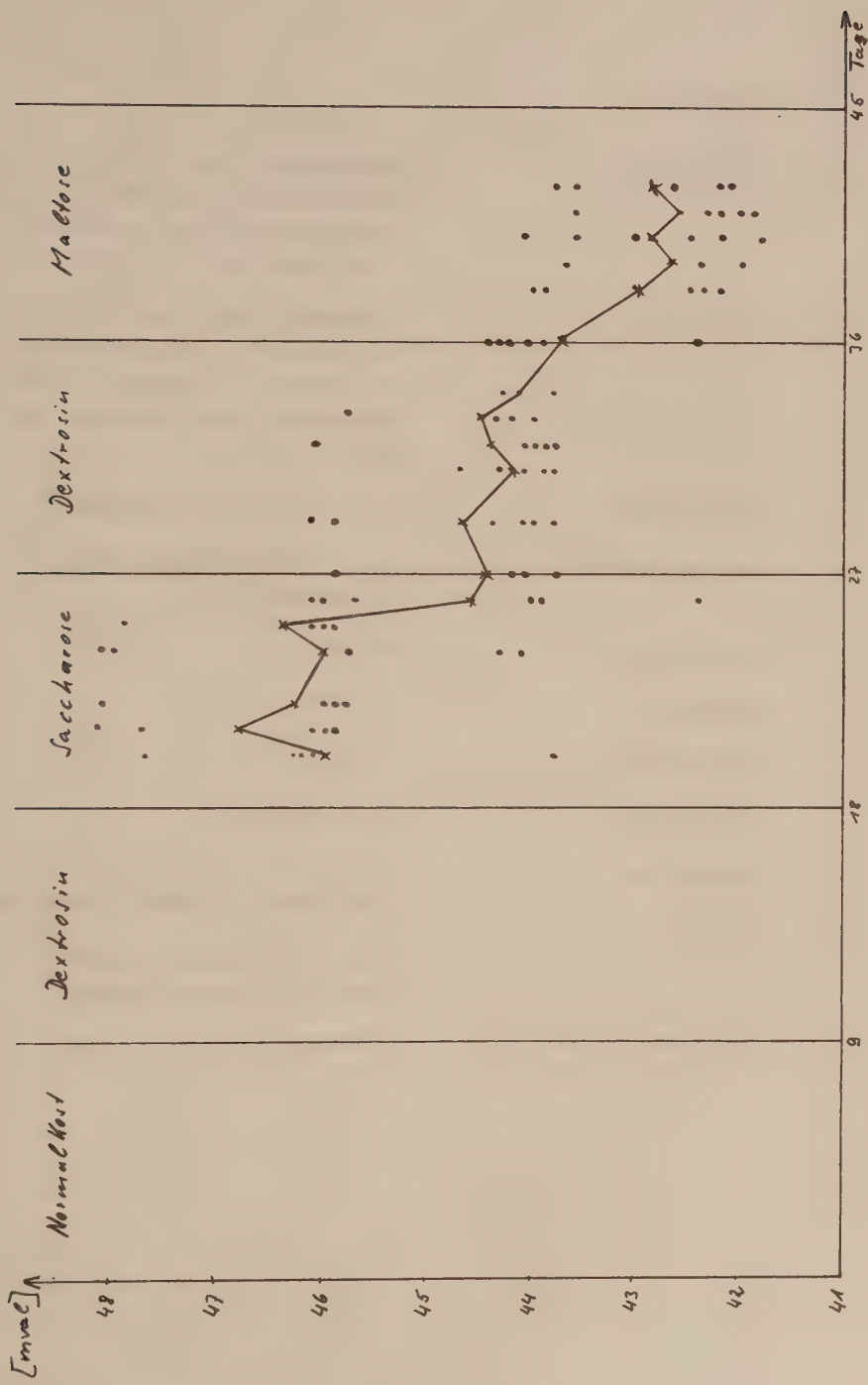


Abbildung 36: Titrierbare Acidität



Lebenslauf

Alfred Kunz	geboren am 6.Juni 1949 in Donauwörth als Sohn des Zahn- arztes Alfred Kunz und seiner Frau Franziska, geb.Schmid
Schulbildung	September 1955 bis Juli 1959 Volksschule in Donaumünster; September 1959 bis Juli 1968 Neusprachliches Gymnasium in Donauwörth
Reifeprüfung	im Juli 1968 in Donauwörth
Zahnmedizinstudium	an der Universität München ab Oktober 1968
Vorphysikum	SS 1969
Physikum	WS 1970/71
Staatsexamen	SS 1974
Approbation	Juli 1974
Assistentenzeit	seit Oktober 1974 als zahnärztl. Assistent in freier Praxis tätig
Heirat	Mai 1976 mit der Zahnärztin Dora Kunz, geb.Grundmann

